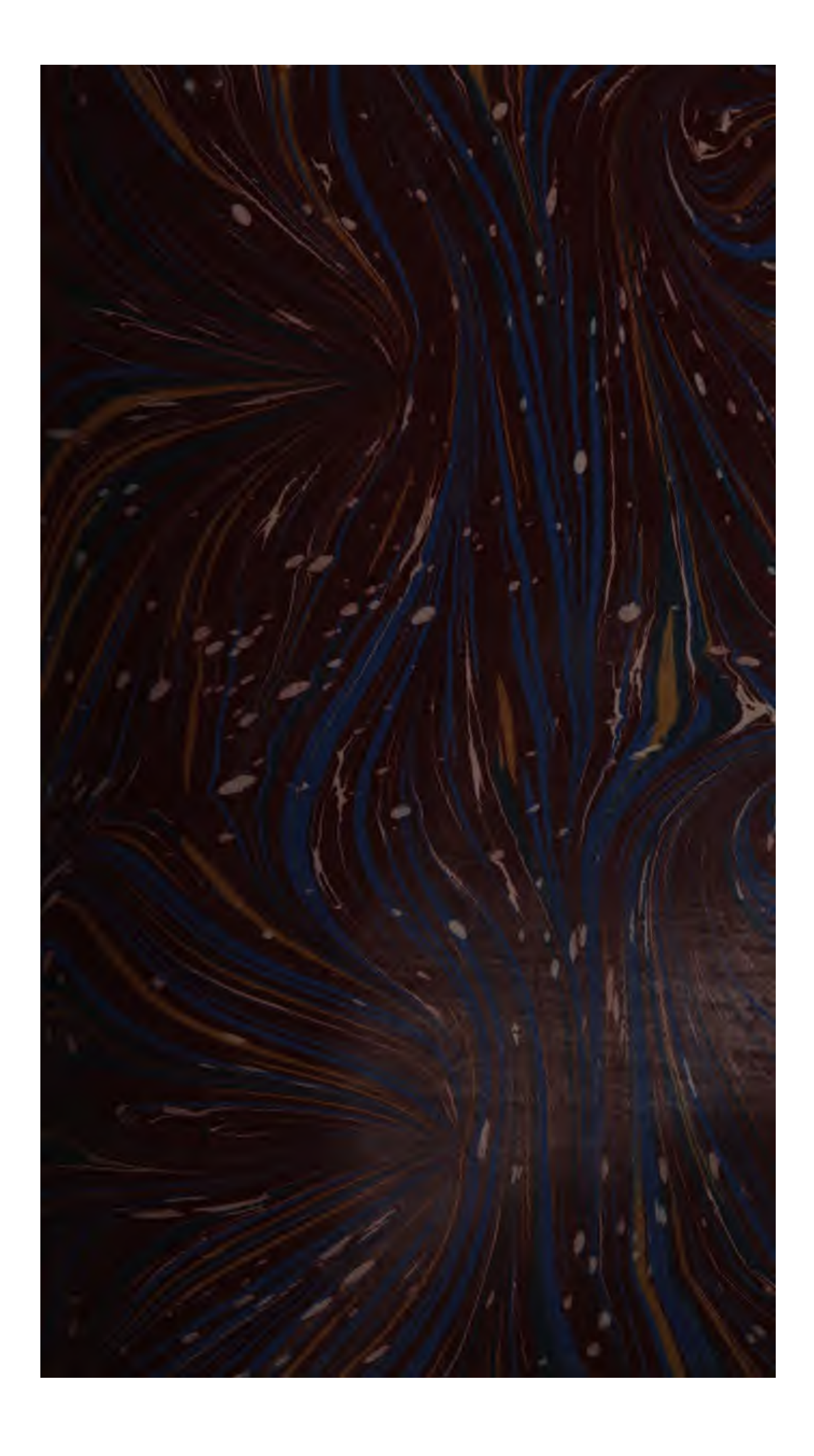



PRESS G. 128
SHELF O.
Nº 1




600037356U

Ouvrages de M. Flourens

QUI SE TROUVENT CHEZ LE MÊME LIBRAIRE.

ANALYSE RAISONNÉE des travaux de G. Cuvier, précédée de son Éloge historique. Paris, 1841, in-12. 3 fr. 50

RÉSUMÉ ANALYTIQUE des observations de F. Cuvier sur l'instinct et l'intelligence des animaux. Paris, 1841, in-12. 3 fr.

Sous Presse :

RECHERCHES SUR LA STRUCTURE DU CERVEAU. In-4 avec vingt planches coloriées.

RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT DES OS ET DES DENTS. In-4 avec neuf planches coloriées.

RECHERCHES SUR LA STRUCTURE DE LA PEAU ET DES MEMBRANES MUQUEUSES, suivies d'*Observations* sur le mécanisme de la rumination, sur la respiration des poissons, et sur les rapports de conformation entre les extrémités antérieures et postérieures. In-4, avec 12 planches coloriées.

PARIS.— IMPRIMERIE DE BOURGOGNE ET MARTINET,
RUE JACOB, 30.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

Sur les Propriétés et les Fonctions

DU SYSTÈME NERVEUX

DANS

LES ANIMAUX VERTÉBRÉS,

PAR

P. FLOURENS,

Membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences (Institut de France), Membre des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg, des Académies royales des Sciences de Stockholm, de Turin, etc., etc., Professeur de physiologie comparée au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Seconde Édition,

CORRIGÉE, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE.

Homo interior, totus nervus.
VAN HELMONT.

A PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE,
RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17;

LONDRES, CHEZ H. BAILLIÈRE, 219, REGENT-STREET.

1842.

PRÉFACE.

La première édition de cet ouvrage a paru en 1824. Il se composait alors des Mémoires que j'avais lus à l'Académie royale des sciences de l'Institut, durant les années 1822 et 1823.

On le trouvera notablement changé dans cette édition nouvelle. J'ai commencé par revoir tous les anciens faits, par où j'ai donné plus de précision aux détails; j'ai ajouté ensuite beaucoup de faits nouveaux, par où j'ai donné plus d'unité à l'ensemble.

Le premier Chapitre a pour objet la détermination des *propriétés du système nerveux;* le second, la détermination du rôle que jouent les *diverses parties de ce système* dans les mouvements de locomotion.

Le système nerveux se partage, d'abord, en trois parties principales : les nerfs, la moelle épinière et le cerveau. Le cerveau se subdivise, ensuite, en hémisphères cérébraux, cervelet, tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, et moelle allongée.

La structure de ces diverses parties est visiblement distincte : leurs fonctions le seraient-elles aussi? Bien des physiologistes l'ont cru; nul ne l'a démontré par des expériences précises.

Le point difficile est de porter la précision dans l'expérience. Or, nul physiologiste encore n'avait vu ce qu'il fallait faire pour porter la précision dans les expériences sur l'encéphale. On n'isolait point les unes des autres les parties soumises à l'expérience. On n'avait donc que des expériences confuses; et, par ces expériences confuses, que des phénomènes complexes; et par ces phénomènes complexes, que des conclusions vagues et incertaines.

Une autre cause d'erreur était de borner l'expérience à certaines parties du système nerveux, et d'attribuer ensuite à l'ensemble du système

des effets qui, presque toujours, n'appartenaient qu'à telle ou telle de ses parties.

Ainsi, et parce qu'on ne soumettait que certaines parties à l'expérience, et parce qu'on n'isolait point convenablement les unes des autres les parties soumises à l'expérience, on n'obtenait, avec précision, les propriétés d'aucune.

C'est pour garantir mes expériences de ces deux écueils, que j'ai mis le soin le plus scrupuleux, d'abord, à n'oublier aucune partie essentielle de l'encéphale, et ensuite à n'intéresser chacune de ces parties que séparément des autres.

J'ai choisi, en général, des animaux encore jeunes pour mes expériences sur l'encéphale.

Il y a plusieurs raisons de ce choix. D'une part, les os dont se compose le crâne des jeunes animaux étant fort tendres, on éprouve bien moins de difficulté à les enlever; d'autre part, les animaux résistent d'autant mieux à certaines mutilations qu'ils sont plus jeunes; enfin, les sinus de la dure-mère étant, comparativement, fort peu développés dans les premiers âges, on a moins à craindre d'être embarrassé par le sang.

Au reste, il faut toujours respecter le plus possible les parties qui donnent du sang : 1° parce que la perte du sang abrège beaucoup la vie de l'animal, et qu'il importe essentiellement que l'animal vive, sans quoi l'on n'aurait pas les résultats de l'expérience ; 2° parce que le sang, s'épanchant dans la masse cérébrale, y produit des compressions dont les résultats se mêlent aux résultats propres de l'expérience, les compliquent, souvent même les dénaturent.

Généralement, on ne doit dénuder du cerveau que la région sur laquelle on expérimente : par exemple, la région des lobes cérébraux, quand il s'agit de ces lobes ; puis celle du cervelet, celle des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, et ainsi du reste. L'animal résiste beaucoup mieux à ces dénudations circonscrites et graduelles qu'à une dénudation brusque et générale.

J'évite, à dessein, de me servir, dans ces expériences, d'irritants chimiques. On ne modère point facilement l'action de ces irritants. L'effet que produit un irritant chimique persiste d'ailleurs plus ou moins long-temps ; il peut donc se

mêler aux effets qu'on provoque plus tard et les obscurcir.

C'est par un motif semblable que je réserve pour un autre ouvrage l'exposé de mes observations sur le galvanisme. Cet agent se conduit d'une manière trop spéciale pour qu'il soit permis d'en user confusément avec d'autres.

La dénudation préalable des parties soumises à l'expérience m'a toujours paru de rigueur. C'est le seul moyen de suivre à l'œil la marche, le progrès des opérations, et de s'assurer ainsi des limites dans lesquelles on les renferme.

Haller (1), Zinn (2), Lorry (3), Saucerotte (4), tous ceux qui sont venus après eux, se bornant à ouvrir le crâne par un trépan, et à enfoncer un trois-quarts ou un scalpel dans le cerveau par cette ouverture, ne savaient jamais réellement ni quelles parties ils blessaient, ni conséquemment à quelles

(1) *Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps animal.* Lausanne, 1760.

(2) God. Zinn, *Experimenta quædam circa corpus callosum, cerebellum, duram meningem in vivis animalibus instituta.* Gotting. 1749.

(3) Acad. des sciences : *Mém. des savants étrangers*, t. III.

(4) Académie royale de chirurgie : *Prix*, tom. IV.

celles qui *sentent* ne sont pas celles qui *excitent* le mouvement (1).

Il y a donc, dans le système nerveux, trois propriétés essentiellement distinctes :

L'une, de *percevoir* et de *vouloir;* c'est l'*intelligence.*

L'autre, de *recevoir* et de *transmettre* les *impressions;* c'est la *sensibilité.*

La troisième, d'*exciter immédiatement la contraction musculaire;* je propose de l'appeler *excitabilité.*

L'*irritabilité* ou *contractilité* est, comme chacun sait depuis Haller, la propriété, exclusive au muscle, de se *contracter* ou raccourcir avec effort, quand une *excitation* quelconque l'y détermine.

Enfin, dans le cervelet réside une propriété dont rien ne donnait encore l'idée en physiologie, et qui consiste à *coordonner* les mouvements *vou-*

(1) *Voyez,* dans le premier chapitre de cet ouvrage, p. 13, les vues admirables qui ont conduit M. Ch. Bell à distinguer, dans chaque nerf de la moelle épinière, deux nerfs, l'un pour le *sentiment*, l'autre pour le *mouvement*, et dans la moelle épinière même, deux moelles, l'une pour la *sensibilité*, l'autre pour la *motricité.*

lus par certaines parties du système nerveux, *excités* par d'autres.

D'un autre côté, chaque partie déterminée du système nerveux joue un rôle déterminé dans les *mouvements* de *locomotion.*

Le nerf *excite* directement la contraction musculaire ; la moelle épinière *lie* les diverses contractions partielles en mouvements d'ensemble ; le cervelet *coordonne* ces mouvements d'ensemble en mouvements réglés de locomotion, marche, course, vol, station, etc. ; par les lobes cérébraux, l'animal *perçoit* et *veut.*

Ainsi donc, les *facultés intellectuelles et perceptives* résident dans les lobes cérébraux ; la *coordination* des mouvements de locomotion, dans le cervelet ; l'*excitation immédiate* des contractions musculaires, dans la moelle épinière et ses nerfs.

Tout montre donc une indépendance essentielle entre les facultés *intellectuelles* et les facultés *locomotrices;* entre la *coordination* des mouvements et l'*excitation* des contractions musculaires.

L'organe par lequel l'animal *perçoit* et *veut* ne

coordonne ni n'*excite* (1) : l'organe qui *coordonne* n'*excite* pas; et réciproquement celui qui *excite* ne *coordonne* pas.

Ainsi, par exemple, les irritations des lobes cérébraux ou du cervelet n'*excitent* jamais des contractions musculaires : la moelle épinière, qui excite toutes les contractions, et par ces contractions tous les mouvements, n'en *veut* ni n'en *coordonne* aucun. Un animal privé de ses lobes cérébraux perd toutes ses facultés intellectuelles, et conserve toute la régularité de ses mouvements; un animal privé de son cervelet, perd toute régularité dans ses mouvements, et conserve toutes ses facultés intellectuelles.

Et ceci même, ceci est le grand fait qui domine tous les autres faits de cet ouvrage. Une indépendance complète sépare les fonctions des lobes cérébraux de celles du cervelet; d'une part, l'intelligence réside exclusivement dans les *lobes cérébraux*; et, d'autre part, le principe qui coor-

(1) Je prends ici le mot *excite* dans un sens tout-à-fait spécial, et qui ne se rapporte qu'à *l'excitation immédiate des contractions musculaires.*

donne les mouvements de locomotion réside exclusivement dans le *cervelet.*

Les diverses parties du système nerveux ont donc toutes des propriétés distinctes, des fonctions spéciales, des rôles déterminés ; nulle n'empiète sur l'autre. Le nerf *excite ;* la moelle épinière *lie;* le cervelet *coordonne ;* par les lobes cérébraux l'animal *perçoit* et *veut.* De l'indépendance des organes dérive l'indépendance des phénomènes.

Enfin, non seulement l'origine des *mouvements* est distincte, dans la masse cérébrale, de l'origine des *perceptions ;* l'origine même des *sens* s'y distingue de celle des *perceptions.*

L'ablation des lobes cérébraux, par exemple, fait perdre à l'instant la vue ; mais l'iris n'en reste pas moins mobile ; le nerf optique, excitable ; la rétine, sensible. L'ablation, au contraire, des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux abolit sur-le-champ la contractilité des iris, et l'action de la rétine et du nerf optique. Dans le premier cas, on n'avait détruit que la *perception* de la vue ; on détruit le *sens* de la vue, dans le second.

Il y a donc, en dernière analyse, dans la masse

cérébrale, des organes distincts pour les *sens*, pour les *perceptions*, pour les *mouvements*.

J'avais conclu des expériences de ces deux premiers Chapitres, que dans les lobes cérébraux résident exclusivement toutes les *perceptions*.

Lorsqu'on enlève, en effet, le lobe d'un côté à un animal, il ne voit plus de l'œil du côté opposé; les deux lobes enlevés, il devient aveugle et n'entend plus. La vision et l'audition résident donc bien incontestablement dans ces lobes, puisqu'elles se perdent bien incontestablement par ces lobes.

Mais, pour les autres *perceptions*, il n'était pas, à beaucoup près, aussi aisé de décider d'abord si elles sont, ou non, pareillement perdues. On peut croire que l'animal, privé de ses lobes, ne *goûte* ou ne *flaire* pas dans le moment où on l'observe, uniquement parce qu'il n'en a pas actuellement envie, et que peut-être il *goûterait* ou *flairerait* plus tard : on sent combien il est difficile de discerner le cas où il *touche*, du cas où il est simplement *touché*, etc.

Un seul moyen m'a paru propre à lever ces dif-

ficultés, mais aussi ce moyen est-il, à mon avis, décisif ; ç'a été de faire survivre, le plus longtemps que j'ai pu, les animaux à l'opération.

Évidemment, l'animal, une fois guéri des suites immédiates de la lésion mécanique produite par l'ablation des lobes cérébraux, devait reprendre peu à peu toutes les facultés qui ne dérivaient pas essentiellement de ces lobes.

Or, les expériences auxquelles je me suis livré dans cette vue, et qui forment le sujet du troisième Chapitre de cet ouvrage, montrent clairement que, quelque temps que les animaux survivent à la perte de leurs lobes (j'en ai vu survivre près d'une année entière), ils restent constamment assoupis, n'usent plus d'aucun de leurs sens, ne *goûtent*, ne *flairent* plus ce qu'on leur fait manger, ne *mangent* plus d'eux-mêmes, ne touchent, c'est-à-dire n'*explorent* plus, enfin, ne veulent, ne se souviennent et ne jugent plus. Les animaux privés de leurs lobes cérébraux ont donc réellement perdu toutes leurs perceptions, tous leurs instincts, toutes leurs facultés intellectuelles ; toutes ces facultés, tous ces instincts, toutes ces per-

ceptions, résident donc exclusivement dans ces lobes.

Ces premières difficultés levées, il s'en présentait une autre. Il était naturel de se demander si toutes ces perceptions, si toutes ces facultés que nous venons de voir résider exclusivement dans le même organe, y occupaient conjointement toutes le même siége; ou s'il n'y avait pas, au contraire, pour chacune, un siége différent de celui des autres?

Il suit des expériences de ce troisième Chapitre que, quelque graduée que soit l'ablation des lobes cérébraux, quels que soient le point, la direction, les limites dans lesquels on l'opère, dès qu'une perception est perdue, toutes le sont, dès qu'une faculté disparaît, toutes disparaissent; et conséquemment que toutes ces facultés, toutes ces perceptions, tous ces instincts, ne constituent qu'une faculté essentiellement une, et résidant essentiellement dans un seul organe.

Un autre fait, et non moins important, résulte de ces expériences, c'est que les lobes cérébraux, le cervelet, les tubercules bijumeaux ou quadriju-

meaux peuvent perdre une portion assez étendue de leur substance sans perdre l'exercice de leurs fonctions; c'est qu'ils peuvent réacquérir en entier ces fonctions après les avoir totalement perdues.

C'est une question qui a été bien souvent agitée, et qui n'était point encore résolue, de savoir quelles parties du système nerveux ont un *effet direct*, quelles, au contraire, un *effet croisé*, quel est surtout le rapport selon lequel les paralysies se joignent aux convulsions. Les expériences du quatrième Chapitre de cet ouvrage établissent que les lobes cérébraux, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux et le cervelet, ont seuls un *effet croisé;* les moelles épinière et allongée seules, un *effet direct*; et que de la combinaison de ces divers *effets*, par la combinaison des lésions de ces diverses *parties*, se déduisent tous les cas possibles de croisement, de non-croisement, de conjonction, de disjonction des paralysies et des convulsions.

Les trois Chapitres qui suivent celui-ci, le cinquième, le sixième et le septième, sont consacrés

à l'examen particulier des fonctions propres des lobes cérébraux, du cervelet et des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux.

Le huitième l'est à l'étude des *lésions cérébrales;* le neuvième, à l'étude de la *cicatrisation des plaies du cerveau.*

J'arrive au dixième.

On a vu que la masse cérébrale se partage en trois centres d'action essentiellement distincts : les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, siége du principe primordial du jeu de l'iris et de l'action de la rétine; les lobes cérébraux, siége des facultés intellectuelles et perceptives; le cervelet, siége du principe coordonnateur des mouvements de locomotion.

Il restait à voir si les mouvements dits *de conservation*, n'avaient pas aussi quelque pareil principe d'action ou de coordination; et, ce principe supposé, quel pouvait en être le siége.

D'abord, il était évident que ces mouvements ne dérivent, du moins d'une manière directe et immédiate, d'aucune des parties que je viens de nommer; car toutes ces parties, les tubercules

bijumeaux ou quadrijumeaux, les lobes cérébraux, le cervelet, peuvent être complétement détruites, et ces mouvements subsister encore.

Les expériences de ce dixième Chapitre établissent, en effet, que c'est dans la moelle allongée, et dans la moelle allongée seule, que réside le premier mobile ou le principe régulateur de ces mouvements.

Les expériences du onzième Chapitre vont plus loin encore; car elles marquent, dans la moelle allongée même, un point, un point très circonscrit, lequel est tout à la fois et le *point premier moteur* du mécanisme respiratoire et le *point central* et *vital* du système nerveux.

Lorry avait vu qu'il y a, dans la moelle épinière, un *point* où la section de cette moelle produit subitement la mort.

Le Gallois avait vu que ce *point* répond à l'origine de la huitième paire.

J'ai déterminé les limites précises de ce *point;* et j'ai fait voir que, dans les animaux de petite taille, dans le lapin par exemple, il a trois lignes à peine d'étendue. Ainsi donc, c'est d'un *point*,

et d'un *point* unique, et d'un *point* qui a quelques lignes à peine d'étendue, que la respiration, l'exercice de l'action nerveuse, l'unité de cette action, la vie entière de l'animal, en un mot, dépendent.

L'*unité* du système nerveux est l'objet du douzième Chapitre.

L'influence du système nerveux sur la circulation est l'objet du treizième.

Le Gallois (1) avait déjà reconnu que la circulation, soutenue par l'insufflation, peut survivre à la destruction totale de l'encéphale; M. Philip (2), que la circulation, toujours soutenue par l'insufflation, survit à la destruction totale et de la moelle épinière et de l'encéphale.

On voit, par les expériences de ce treizième Chapitre, qu'à un âge donné, la circulation survit à la destruction totale du système nerveux cérébro-spinal, même sans le secours de l'insufflation.

La circulation ne dépend donc pas du système nerveux d'une *manière immédiate;* et ce n'est pas ce système qui l'ordonne et la détermine comme

(1) *Expériences sur le principe de la vie*, etc. Paris, 1812.

(2) *An exper. inquiry into the laws of the vital functions.* London, 1817.

il ordonne et détermine les mouvements de locomotion et de respiration.

Les expériences du quatorzième Chapitre montrent que le nerf grand-sympathique est doué de *sensibilité*, sinon dans toute son étendue, du moins dans l'un de ses principaux ganglions, dans le ganglion *semi-lunaire*.

Le quinzième Chapitre est l'exposition des lois de l'*action nerveuse*.

Le seizième est une *Application* des principaux résultats de mes expériences à la pathologie, et prrticulièrement à la *théorie des lésions de la tête par contre-coup*.

Mais la pathologie n'est pas la seule branche de la *science de l'homme et des animaux* que des expériences rigoureuses de physiologie éclairent. L'anatomie elle-même tire, en certains cas, de la physiologie seule toute sa rigueur et toute sa certitude; il serait superflu d'ajouter qu'elle en tire toute son utilité, car une anatomie sans physiologie serait une anatomie sans but.

L'anatomie n'est, en effet, que la *détermination* des organes. Or, cette *détermination* n'est pos-

sible, du moins pour les parties profondes et délicates de l'organisme, que par la physiologie. Ainsi, depuis qu'on s'occupe du système nerveux, par exemple, on dispute sans fin sur les limites respectives de la moelle épinière, de la moelle allongée, du cerveau proprement dit, etc.

Quelques anatomistes pensent que la moelle épinière finit au trou occipital; quelques autres l'étendent jusqu'à la protubérance annulaire; d'autres jusqu'aux tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux; d'autres, jusqu'aux couches optiques, etc.

La moelle allongée a tour à tour été regardée comme une continuation de la moelle épinière, comme une partie intégrante de l'encéphale, comme une partie distincte de la moelle épinière et de l'encéphale, etc. Jusqu'ici les tubercules bijumeaux ou quarijumeaux avaient été pris, tantôt pour une partie des lobes cérébraux, tantôt pour les couches optiques, etc., etc.

Il est évident que des expériences rigoureuses de physiologie, déterminant seules les propriétés et les fonctions de ces diverses parties, pouvaient seules en fixer rigoureusement les limites et l'é-

tendue. Ainsi, de la délimitation même des propriétés de ces parties, établie par mes expériences, il suit que la moelle épinière finit à l'origine des nerfs de la huitième paire; que la moelle allongée s'étend de cette origine aux tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux; que ces tubercules sont tout-à-fait distincts, quant à leur manière d'agir, des lobes cérébraux et du cervelet; que, dans la moelle allongée même, le *point vital et central* du système nerveux n'occupe qu'un point déterminé et très circonscrit, etc., etc.

J'ai rassemblé, dans le dix-septième Chapitre, quelques faits nouveaux touchant la *réunion des nerfs*; le dix-huitième a pour objet la détermination du mécanisme selon lequel agissent les *épanchements cérébraux;* le dix-neuvième, la détermination du mécanisme selon lequel se forment les *exubérances cérébrales;* le vingtième est une théorie nouvelle des effets de l'*opération du trépan*.

Je fais connaître, dans le vingt et unième, le mécanisme, jusqu'ici demeuré si obscur, du *mouvement du cerveau;* et, dans le vingt-deuxième, le

mécanisme du *mouvement* ou *battement des artères*.

Le vingt-troisième et le vingt-quatrième sont consacrés à l'étude de l'action spécifique, ou exclusive, de certaines substances sur certaines parties du cerveau.

Je donne, dans le vingt-cinquième, la raison du fait, si singulier au premier aspect, de la survie des reptiles à la décapitation.

Le vingt-sixième a pour objet l'*encéphale des poissons*.

On sait combien la détermination des diverses parties qui constituent le cerveau des poissons est difficile, et jusqu'ici peu avancée. Toutes ces parties, dans les différents groupes de ces animaux, varient en effet de volume, de proportion, de nombre ; et, par le fait seul qu'elles varient de nombre, elles varient de position relative : et puisque tous ces caractères, le volume, la proportion, la position, le nombre, varient, il est clair qu'aucun ne peut conduire à une détermination absolue.

J'ai cru trouver dans l'expérience un moyen

de détermination plus sûr; car l'expérience donne les propriétés ou les fonctions; et les propriétés ou les fonctions ne quittent jamais un organe; elles le suivent, le distinguent, et, si on peut dire ainsi, le décèlent sous quelque déguisement qu'il se cache; et pour qu'elles disparaissent, il faut qu'il ait déjà disparu.

L'objet du vingt-septième Chapitre est la détermination des *conditions fondamentales de l'audition*.

Trois faits, d'un ordre élevé, résultent des expériences de ce Chapitre.

Le premier est celui qui sépare le *nerf des canaux semi-circulaires* du *nerf du limaçon*; le second est celui qui place, dans le *nerf du limaçon*, le siége exclusif du sens de l'ouïe; le troisième est celui qui place, dans le *nerf des canaux semi-circulaires*, le siége d'une force nouvelle, de la *force modératrice* des mouvements.

Le vingt-huitième et le vingt-neuvième Chapitre sont consacrés à l'étude des effets singuliers qui suivent la section des canaux semi-circulaires.

Le trentième Chapitre montre que ces effets singuliers des canaux semi-circulaires se rattachent aux effets des fibres de l'encéphale, et s'y rattachent par les nerfs mêmes de ces canaux.

Ces *nerfs des canaux semi-circulaires*, ces *nerfs* confondus jusqu'ici avec le *nerf acoustique* et qui en sont si distincts, ces *nerfs* dont l'action est si singulière, forment donc un *nerf* spécial et propre, une *paire* spéciale et propre de l'encéphale (1).

Le trente et unième Chapitre montre que tous les effets, soit des canaux semi-circulaires, soit des fibres de l'encéphale, tiennent à un ordre particulier de forces, à un ordre de forces inconnu jusqu'ici, à ces forces que je viens de nommer tout-à-l'heure, aux *forces modératrices* des mouvements.

Le trente-deuxième et dernier est un examen rapide de la *méthode* que j'ai employée dans mes expériences.

(1) Les deux nerfs des canaux semi-circulaires sont donc une *paire* nouvelle, une *paire* de plus à ajouter à la liste des paires de nerfs *crâniens* ou *encéphaliques*.

RECHERCHES
EXPÉRIMENTALES
SUR LES PROPRIÉTÉS ET LES FONCTIONS
DU SYSTÈME NERVEUX
DANS
LES ANIMAUX VERTÉBRÉS.

CHAPITRE PREMIER.

DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS DU SYSTÈME NERVEUX (1).

---

§ Ier.

I. Le système nerveux est tout à la fois l'origine des sensations et l'origine des mouvements. Il est le siége du principe qui veut, qui perçoit, qui se souvient, qui juge. Mais est-ce par une propriété unique ou par plusieurs propriétés diverses qu'il

(1) Mémoire lu à l'Académie des sciences de l'Institut, dans les séances des 4, 11 et 25 mars 1822.

détermine des phénomènes aussi distincts? Cette question, presque aussi ancienne que la science, n'a jamais été résolue d'une manière définitive.

L'opinion la plus générale a toujours été de n'attribuer au système nerveux qu'une propriété unique, en vertu de laquelle il détermine également et les sensations, et les mouvements, et le reste. Néanmoins, et à diverses reprises, quelques physiologistes ont soutenu l'opinion contraire, savoir, qu'il y a plusieurs propriétés distinctes, l'une pour les mouvements, l'autre pour les sensations, l'autre pour les perceptions, etc. Mais quand on en est venu à demander à ces physiologistes si toutes ces propriétés résident dans les mêmes parties ou dans des parties diverses, nul n'a répondu par des expériences directes; et ainsi cette opinion, tour à tour abandonnée ou reproduite dans la science, n'a jamais été complétement établie ni complétement réfutée.

Quelques faits acquis de bonne heure, en pathologie, ne laissent pourtant aucun doute que ces trois propriétés, l'une de *sentir*, l'autre de *mouvoir*, l'autre de *concevoir* et de *vouloir*, etc., ne soient essentiellement distinctes.

II. Le sentiment peut être aboli, et le mouvement conservé; réciproquement, le mouvement peut s'éteindre, et le sentiment survivre. Il n'est

pas jusqu'à la faculté de *vouloir* et de *concevoir* qui ne puisse disparaître séparément des autres. Le sentiment, le mouvement, la perception, la volition, etc., ont donc, dans les masses nerveuses, des siéges divers et une origine distincte.

Le point de la question et de la difficulté n'est donc qu'à déterminer expérimentalement (car ce n'est qu'ainsi que l'on détermine) quelles parties du système nerveux servent exclusivement à la sensation, quelles à la contraction, quelles à la perception, etc.

Évidemment, l'expérience de chaque partie pouvait seule en donner la propriété. J'ai donc soumis à l'expérience, tour à tour et séparément, les nerfs, la moelle épinière, la moelle allongée, les tubercules quadrijumeaux, les lobes cérébraux et le cervelet.

§ II.

Expériences relatives à la détermination des propriétés des nerfs.

I. Lorsque l'on pince ou que l'on pique un nerf dans une certaine étendue de son trajet, il y a sur-le-champ une *réaction opérée* (1).

(1) Il ne s'agit ici que des nerfs rachidiens. On verra plus tard le résultat de mes recherches sur le grand sympathique.

Cette réaction a pour effets immédiats : d'une part, la *contraction* des parties musculaires auxquelles le nerf se rend ; et, d'autre part, la *sensation* éprouvée par l'animal.

Ainsi, *contraction* dans les muscles, *sensation* éprouvée par l'animal, voilà les deux effets ordinaires de l'irritation d'un nerf.

II. Je découvris le nerf sciatique, sur une grenouille : les irritations de ce nerf déterminèrent des contractions dans les muscles de la jambe, et un malaise général.

Je coupai ce nerf par une section transversale, à peu près vers le milieu de son trajet fémoral; les irritations du tronc inférieur donnèrent longtemps encore des contractions dans les muscles de ce tronc; mais je ne remarquai plus de malaise général, l'animal ne ressentait plus, c'est-à-dire ne *percevait* plus ces irritations. Les irritations du tronc supérieur provoquaient toujours, au contraire, des douleurs et des convulsions tout ensemble.

III. J'ai choisi le nerf sciatique pour sujet ordinaire des expériences de ce genre. Il est le plus gros et le plus long de tous les nerfs, l'un des plus faciles à découvrir, l'un de ceux dont les altérations compromettent le moins la vie générale de l'individu.

Je découvris ce nerf sur un jeune chien, par une incision qui se prolongeait du grand trochanter au jarret : lorsque je pinçais un peu fortement le nerf ainsi mis à nu, l'animal poussait des cris plaintifs; les muscles postérieurs de la jambe éprouvaient des contractions vives et partielles; l'animal se débattait et faisait des efforts pour s'échapper.

Je dépouillai bien exactement la portion supérieure du nerf de tous les rameaux qui en provenaient; j'interceptai cette portion entre deux ligatures; et, après que les douleurs déterminées par l'application de ces ligatures furent apaisées, je soumis tour à tour à des piqûres, à des pincements, à des tractions, la portion de nerf ainsi interceptée : il n'y eut plus ni sensation ni contraction, l'animal n'éprouva plus rien.

IV. Je supprimai la ligature supérieure (1), sans toucher à l'inférieure (2), et j'irritai de nouveau la portion de nerf précédemment irritée : l'animal cria et voulut se sauver; mais les muscles postérieurs de la jambe restèrent complétement immobiles.

(1) C'est-à-dire, celle placée vers le point d'insertion du nerf à la moelle épinière.

(2) C'est-à-dire, celle placée du côté des ramifications nerveuses dans les parties.

Je réappliquai la ligature supérieure, et j'enlevai l'inférieure; j'irritai fortement toujours la même portion du nerf; les muscles postérieurs de la jambe subirent des contractions violentes, mais l'animal ne ressentit ou ne *perçut* rien.

V. Enfin, je coupai ce nerf sciatique par une section transversale : les irritations du tronc supérieur n'excitèrent plus que des douleurs; celles du tronc inférieur, que des contractions.

VI. J'ai vingt fois répété de semblables expériences.

Lorsqu'on irrite la portion du nerf inférieure à la ligature ou à la section, le membre de l'animal se contracte et s'agite, mais l'animal n'en ressent absolument rien. Les parties situées au-dessous de la ligature forment une espèce de système isolé et étranger au système général de l'économie. On peut brûler ces parties, les dilacérer, y déterminer des convulsions violentes, l'animal reste doux et calme.

Au-dessus de la ligature, au contraire, la moindre irritation le tourmente et l'inquiète; et c'est, pour le coup, le membre ligaturé qui devient à son tour étranger au trouble général de l'économie.

VII. J'ai coupé transversalement le nerf sciatique d'un pigeon dans sa portion fémorale; j'ai irrité

le tronc inférieur un peu au-dessus de sa division en *poplités* externe et interne, et il y a eu contraction de tous les muscles auxquels ce tronc ou ces divisions se rendent.

J'ai coupé le *poplité* interne; je l'ai irrité par son bout inférieur, et l'irritation est demeurée confinée aux seules ramifications de cette branche du sciatique.

J'ai poursuivi cette branche, de section en section, jusqu'à ses dernières ramifications. L'effet de l'irritation a toujours été de plus en plus circonscrit et réduit; mais il a persisté jusque dans les plus extrêmes subdivisions.

VIII. J'ai coupé, sur une grenouille, tout le plexus nerveux qui va à la jambe. J'ai chagriné l'animal; il a voulu s'enfuir, mais la jambe a refusé de lui prêter son secours. J'ai irrité la moelle de l'épine; il y a eu des convulsions par tout le corps, à l'exception de la jambe dont j'avais coupé les nerfs.

J'ai irrité le plexus nerveux de cette jambe : toute la jambe a manifesté des mouvements brusques et saccadés. J'ai coupé le nerf sciatique à l'endroit où il se divise en *poplités* externe et interne. J'ai irrité le *poplité* externe, et il n'y a plus eu de convulsions que dans les muscles de cette branche irritée.

Enfin, j'ai poursuivi par des coupures successives les subdivisions du *poplité* externe jusqu'à leurs derniers ramuscules : l'effet excitateur des contractions a persisté jusque dans les ramuscules les plus extrêmes.

IX. Ainsi, 1° un nerf, irrité dans un point quelconque de son trajet, provoque à l'instant des douleurs et des contractions.

2° Une simple ligature ou une section, opérée sur le trajet d'un nerf, y établit sur-le-champ deux centres d'action, et s'y interpose entre deux ordres de phénomènes : sensation au-dessus, et contraction au-dessous. La contraction est donc essentiellement distincte de la sensation; on peut provoquer l'une séparément de l'autre; on peut séparément les conserver, les abolir ou les reproduire.

X. Mais cette *sensation* que je sépare ici de la *contraction*, cette *sensation* que *j'isole*, est-elle un fait simple? Non sans doute. Cette *sensation* est un fait complexe, et qui se compose tout à la fois et de la *sensation proprement dite*, et de la *perception*.

XI. Je laisse, pour le moment, ces deux derniers faits confondus ensemble. Je les dégagerai bientôt l'un de l'autre.

§ III.

Expériences relatives à la détermination des propriétés de la moelle épinière.

I. Je coupai, sur un jeune chat, tout l'arc supérieur des six dernières vertèbres dorsales; je fendis ensuite la dure-mère, l'arachnoïde, la pie-mère; et la moelle épinière étant ainsi mise à nu, je l'irritai alternativement par des piqûres et par des pressions.

A chacune de ces irritations, l'animal criait; il subissait des convulsions qui ébranlaient tout son corps; et, devenu furieux par les douleurs qu'il éprouvait, on avait toute la peine du monde à se garantir de ses griffes et de ses dents.

Je divisai, par une section transversale, la portion de moelle dénudée : les irritations du tronc antérieur continuèrent à exciter des contractions et des douleurs violentes; les irritations du tronc postérieur n'excitèrent plus que des contractions.

II. Je découvris, comme ci-dessus, la région dorsale de la moelle épinière, sur un jeune cochon d'Inde que j'avais rendu très familier. Je divisai incontinent la moelle par une section transversale à peu près vers le milieu de cette région;

et l'animal étant remis des douleurs et du trouble causés par l'opération, je lui offris à manger en le caressant, et il mangea en effet.

J'irritai alors le tronc postérieur de la moelle: toutes les parties qui recevaient leurs nerfs de ce tronc, les muscles des jambes, des cuisses, etc., toutes ces parties éprouvèrent des contractions vives et répétées; mais l'animal n'en ressentit rien, il continua à manger. J'irritai le tronc antérieur; il poussa des cris pitoyables et voulut s'enfuir.

III. Je découvris, sur un pigeon, toute la portion de moelle qui s'étend du renflement des membres antérieurs au renflement des membres postérieurs.

Cela fait, j'irritai successivement divers points de cette portion de moelle dénudée, en comprimant tour à tour en avant ou en arrière des points irrités; et je provoquai tour à tour ou des douleurs et des contractions tout ensemble, ou des contractions seulement, selon que j'irritais en avant ou en arrière des points comprimés.

Par exemple, lorsque j'irritais la moelle en avant du point comprimé, les parties antérieures éprouvaient des convulsions, l'animal souffrait et voulait s'enfuir. Lorsque au contraire j'irritais la moelle en arrière du point comprimé, les parties postérieures éprouvaient bien des convulsions

aussi, mais l'animal ne souffrait plus et ne cherchait plus à s'enfuir.

IV. Je coupai, sur un autre pigeon, la moelle épinière un peu au-dessus du renflement des membres antérieurs. Quelque point que j'irritasse en-deçà de la section, toutes les parties situées en-deçà subissaient des contractions, mais l'animal n'en ressentait rien.

Je fis une seconde section un peu en avant du renflement des membres abdominaux. Les irritations du bout médullaire antérieur ne s'étendirent plus qu'au train antérieur; celles du bout postérieur, qu'au train postérieur : l'animal ne ressentait ni les unes ni les autres.

Je pratiquai une troisième section vers le milieu de la région dorsale. J'eus alors trois centres d'irritation parfaitement distincts et indépendants. Les irritations d'un centre restaient étrangères aux irritations de l'autre, et l'animal n'en percevait aucune.

V. J'interceptai, sur un lapin, par deux sections, une portion déterminée de la moelle épinière dorsale. Je détachai tous les nerfs de cette portion; après quoi, j'irritai tour à tour, en avant, en arrière, ou entre les deux sections.

Lorsque j'irritais en arrière, il n'y avait que des convulsions; lorsque j'irritais en avant, les con-

dans la *moelle épinière* même, le mouvement du sentiment, l'*excitabilité* de la *sensibilité*.

III. Si, sur un animal, on touche la *face postérieure* de la moelle épinière (1), l'animal témoigne de la douleur; si l'on touche la *face antérieure*, l'animal ne paraît point souffrir; si l'on coupe la *racine postérieure* de l'un des nerfs qui partent de cette moelle, l'animal perd aussitôt le *sentiment* dans toutes les parties auxquelles ce nerf se rend, mais le *mouvement* s'y conserve encore; si l'on coupe la *racine antérieure*, c'est, au contraire, le *mouvement* qui se perd, et le *sentiment* qui subsiste.

IV. Le *mouvement* peut donc être séparé du *sentiment;* l'un peut donc être aboli sans l'autre, et chacun a son siége propre : le *sentiment*, dans

mouvement, et dans la moelle épinière même deux moelles, l'une pour la sensibilité, l'autre pour la motilité; cette vue, fruit d'une analyse aussi profonde que fine, a été reprise et confirmée, d'abord en France par M. Magendie, puis en Allemagne par M. J. Muller, etc., et tout de nouveau, en France encore, et avec une grande habileté, par M. Longet.

(1) Je ne parle ici que des nerfs à *double racine*, et que des deux faisceaux, l'un *moteur*, l'autre *sensorial*, de la moelle épinière. M. Bell a distingué, avec non moins de précision, un troisième faisceau de la moelle épinière, lequel est le faisceau qui sert aux *mouvements* de la *respiration*, et un troisième ordre de nerfs, lesquels sont les *nerfs respiratoires*.

le *faisceau postérieur* de la moelle épinière et dans les *racines postérieures* des nerfs; le *mouvement*, dans le *faisceau antérieur* de la moelle épinière et dans les *racines antérieures* des nerfs.

V. J'ai répété les expériences de M. Bell, et je les ai répétées avec une modification que mes vues particulières me suggéraient.

VI. J'ai commencé par mettre à nu le renflement postérieur de la moelle épinière, sur un chien; puis, pinçant séparément les *racines antérieures* ou les *racines postérieures*, je provoquais séparément ou des contractions dans les muscles des jambes de derrière, ou des douleurs.

De plus, chaque fois que j'irritais la *face postérieure* de la moelle épinière, l'animal souffrait, et le témoignait par ses cris et ses efforts pour s'échapper.

J'ai retranché alors les lobes cérébraux tout entiers, et tous les effets de l'expérience ont continué comme auparavant. Quand j'ai pincé les *racines antérieures*, les muscles des jambes de derrière se sont contractés; quand j'ai pincé les *racines postérieures*, l'animal l'a senti, il a souffert, il s'est agité, il a crié : il a souffert, il s'est agité, il a crié de même, quand j'ai irrité la *face postérieure* de la moelle épinière.

VII. J'ai répété cette expérience compliquée

sur plusieurs chiens, et le résultat a été le même.

VIII. Ainsi donc, d'une part, la *sensation* survit au retranchement des lobes cérébraux, lobes dans lesquels la *perception* réside; la *sensation* est donc distincte de la *perception*. D'autre part, la *sensation* a, dans la moelle épinière et dans les nerfs, un siége distinct de l'*excitabilité;* la *sensibilité* est donc distincte de l'*excitabilité*. L'*excitabilité*, la *sensibilité*, la *perception*, sont donc trois propriétés distinctes.

§ V.

Expériences relatives aux limites de l'excitabilité.

I. J'ai découvert, sur un jeune chien, la moelle épinière, dans toute son étendue, depuis le sacrum jusqu'au crâne. Puis j'ai irrité, successivement, tous les points de cette moelle ainsi dénudée, à partir de l'extrémité caudale; et j'ai provoqué par tous les points des phénomènes de contraction musculaire.

J'ai aussitôt ouvert le crâne, j'ai continué mes irritations sur la masse cérébrale, et j'ai bientôt rencontré un point où les phénomènes de contraction musculaire ont cessé.

II. Ensuite, et comme pour contre-épreuve,

j'ai commencé, sur un autre chien, par ouvrir le crâne ; j'ai irrité d'abord impunément tous les points des centres nerveux antérieurs : l'*excitabilité* (c'est-à-dire l'effet sur la contraction musculaire) n'a reparu qu'au point où, dans l'expérience précédente, elle avait cessé.

III. J'ai mis à nu, dans le même temps à peu près, toute la région dorsale de la moelle épinière sur un pigeon, toute la région cervicale sur une grenouille, toute la région lombaire sur un lapin. Partout, dans toute l'étendue de ces régions, sur tous ces animaux, les piqûres ou les pressions ont été suivies de *convulsions*.

IV. J'ai découvert la masse cérébrale sur trois autres individus de ces trois espèces. J'ai constamment trouvé, sur tous, un point où l'*excitabilité* a cessé; et, sur tous, ce point a été le même.

A partir de ce point, la moindre irritation provoquait des convulsions ; de l'autre côté de ce point, j'avais beau dilacérer, piquer, brûler, nulle contraction n'avait lieu.

V. Il y a donc un point, dans le système nerveux, où finissent les phénomènes d'*excitabilité*, et il y en a un où ils commencent. *L'excitabilité*, c'est-à-dire la propriété de provoquer immédia-

tement des contractions musculaires, n'appartient donc pas à tout ce système.

§ VI.

Expériences relatives à la détermination des propriétés des diverses parties de la masse cérébrale.

I. J'enlevai, sur un petit lapin, les deux os frontaux : l'animal perdit peu de sang, et il allait tout aussi bien après l'opération qu'avant.

Je fendis la dure-mère des deux côtés; je fendis également l'arachnoïde, je les écartai toutes deux; je piquai ensuite les hémisphères cérébraux dans toute leur étendue, sans produire nulle part le moindre signe d'effet sur la contraction musculaire.

II. J'enlevai ces hémisphères, par couches successives, sur un pigeon : l'animal resta impassible.

III. Je découvris le cervelet sur un autre pigeon; je le perçai de part en part, et dans tous les sens, avec une aiguille; je le coupai par tranches successives : l'animal ne bougea pas.

Je passai aux hémisphères cérébraux : il ne bougea pas davantage. Je piquai les tubercules bijumeaux : il y eut un commencement de trem-

blement et de convulsions; et ce tremblement et ces convulsions s'accrurent d'autant plus que je pénétrai plus avant dans la moelle allongée.

IV. J'ai répété un nombre infini de fois cette expérience: le résultat a toujours été le même.

V. J'enlevai toute la paroi crânienne du côté gauche, sur un jeune chien; je piquai, je déchirai les lobes cérébraux et le cervelet de ce côté: l'animal n'en fut ni troublé ni agité.

VI. Je piquai, sur un chien beaucoup plus âgé, les tubercules quadrijumeaux : tant que je ne blessai que les couches superficielles, c'est-à-dire que les seuls *tubercules*, je ne vis point de convulsions; dès que je touchai, au contraire, les couches profondes, c'est-à-dire les *pédoncules du cerveau*, sur lesquels reposent les *tubercules*, de faibles convulsions parurent. Je piquai la moelle allongée : il en survint de violentes.

VII. Je piquai d'abord, dans tous les sens, et j'enlevai ensuite en totalité, par tranches successives, sur un lapin, les corps striés et les couches optiques : nulle agitation n'accompagna cette double épreuve.

On a prétendu que la pression des couches optiques abolit la contraction des iris; on l'a prétendu aussi de la pression des corps striés. La paralysie des iris n'a lieu, dans ces cas, que parce

que les nerfs optiques, placés au-dessous de ces parties, sont comprimés avec elles.

VIII. Je piquai, dans tous les sens et sur tous les points, les corps striés et les couches optiques d'un pigeon : l'iris de ses yeux demeura immobile. Je piquai les tubercules bijumeaux, et il y eut sur-le-champ des contractions manifestes des deux iris.

IX J'enlevai tous les hémisphères cérébraux, y compris les couches optiques, sur un pigeon : l'iris conservait toute sa contractilité. Je n'avais qu'à piquer, ou les nerfs optiques, ou les tubercules bijumeaux, pour y décider des contractions vives et prolongées.

X. J'ai répété cette expérience sur plusieurs autres pigeons : le résultat a été le même.

XI. Ainsi : 1° les hémisphères cérébraux ne sont point susceptibles d'exciter immédiatement des contractions musculaires.

Haller et Zinn (1) l'avaient déjà reconnu pour les parties supérieures; Lorry (2) pour le corps calleux : je l'ai vérifié pour tout l'ensemble des

(1) *Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal.* Lausanne, 1756, tom. I et II.

(2) Académie des sciences : *Mémoires des savants étrangers*, tome III.

hémisphères, les corps striés et les couches optiques.

C'est à tort qu'on a attribué la paralysie des iris à la lésion de ces dernières parties. On peut les couper, ou les piquer sur tous les points, sans abolir comme sans provoquer la contractilité des iris.

Quelques observateurs ont cru exciter des contractions et des convulsions, dans les mammifères, par les piqûres du corps calleux; c'est que ces piqûres s'étendaient jusqu'aux pédoncules cérébraux.

2° Le cervelet n'excite point non plus immédiatement des contractions musculaires.

Haller et Zinn (1) se sont trompés, quand ils ont dit que les blessures du cervelet causent des convulsions universelles : cela n'est vrai que de la moelle allongée placée au-dessous du cervelet, et probablement intéressée dans leurs expériences.

3° Dans les oiseaux, les tubercules bijumeaux excitent des convulsions.

Leur irritation, comme celle des nerfs optiques, provoque les contractions de l'iris. C'est avec ces tubercules que commence ou que finit, dans cette classe, l'*excitabilité*.

(1) Liv. cit.

4° La moelle allongée, comme la moelle épinière et comme les tubercules bijumeaux, excite des contractions.

A cette similitude de propriétés se joint une similitude parallèle d'organisation. La moelle épinière, la moelle allongée, qui n'est que la moelle épinière continuée, les tubercules bijumeaux, qui ne sont que la terminaison de cette moelle; toutes ces parties, c'est-à-dire toutes les parties excitatrices de contraction, ont la substance grise en dedans et la substance blanche en dehors.

Une disposition inverse de ces deux substances forme le caractère des parties non excitatrices, c'est-à-dire des lobes cérébraux et du cervelet.

On peut donc, *à priori*, juger des propriétés de ces parties par leur structure, et réciproquement de leur structure par leurs propriétés.

XII. Ces données fixeront définitivement, je pense, la détermination des tubercules bijumeaux.

Deux raisons m'ont porté, depuis long-temps, à les considérer comme la continuation et la terminaison des moelles épinière et allongée : 1° leur similitude de structure avec elles; 2° l'origine qu'ils donnent comme elles à des nerfs : les lobes cérébraux ni le cervelet ne sont effectivement l'origine directe d'aucun nerf.

Ainsi, même structure, même destination; je

puis ajouter maintenant, mêmes propriétés : tels sont, dans les oiseaux, les caractères communs de la moelle épinière, de la moelle allongée et des tubercules bijumeaux.

XIII. Dans les mammifères, toute la portion supérieure des tubercules quadrijumeaux est impassible.

XIV. J'ai piqué, sur des chiens, sur des lapins, sur des cochons d'Inde, etc., toute la portion supérieure, toutes les couches superficielles des tubercules quadrijumeaux, sans exciter des contractions.

XV. J'en ai toujours excité, au contraire, quand j'ai piqué les couches profondes, c'est-à-dire les *pédoncules* mêmes du cerveau, sur lesquels les *tubercules quadrijumeaux* reposent.

XVI. L'*excitabilité* qui, dans les oiseaux, s'étend jusqu'aux *tubercules*, finit donc un peu plus tôt dans les mammifères. Voilà pour la limite des couches supérieures de l'encéphale. Quant à la limite des couches inférieures, elle est la même dans les deux classes : dans les oiseaux comme dans les mammifères, c'est avec les *pédoncules* du cerveau que l'*excitabilité* finit ou commence.

§ VII.

Expériences relatives au démêlement de la *sensation* et de la *perception*.

I. Partout, jusque dans les effets des organes mêmes des sens, la *sensation* proprement dite, la *sensibilité* générale, se distingue de la *perception* ou *intelligence*.

II. Une de mes expériences, que l'on verra bientôt, le démontre formellement.

Quand on enlève le *cerveau proprement dit* ou les lobes cérébraux à un animal, l'animal perd toute *intelligence*, et par conséquent toute perception; mais, par rapport à l'œil, rien n'est changé : les objets continuent à se peindre sur la rétine, l'iris reste contractile, le nerf optique excitable. La rétine reste sensible à la lumière, car l'iris se ferme ou s'ouvre selon que la lumière est plus ou moins vive. Ainsi l'œil est *sensible*, et cependant l'animal ne voit plus. La *sensation* n'est donc pas la vision; la vision n'est que la *perception* de la sensation.

§ VIII.

Détermination du siége précis de la perception.

Des expériences précédentes il suit 1° que le

système nerveux est doué de trois propriétés distinctes, l'une d'*exciter* immédiatement les contractions musculaires, la seconde de *sentir* les impressions, la troisième de les *percevoir*.

2° Que les nerfs, la moelle épinière, la moelle allongée, les tubercules bijumeaux, les pédoncules du cerveau possèdent, et la propriété d'exciter immédiatement des contractions musculaires, et la propriété de ressentir les impressions.

Et 3° que ce n'est dans aucune de ces parties que réside la perception. Il ne reste donc plus à la chercher que dans les parties que nous n'avons pas encore vues, c'est-à-dire dans les lobes cérébraux et le cervelet. En traitant des fonctions propres de ces deux organes, la grande question du *siége précis de la perception* se trouvera donc traitée.

CHAPITRE II.

DÉTERMINATION DU RÔLE QUE JOUENT LES DIVERSES PARTIES DU SYSTÈME NERVEUX DANS LES MOUVEMENTS DE LOCOMOTION (1).

—

§ Ier.

I. Les faits réunis dans le chapitre précédent établissent, ce me semble, que l'*excitabilité*, la *sensibilité*, la *perception* ou *intelligence* sont trois *propriétés nerveuses distinctes;* qu'il y a des limites précises entre les organes de chacune d'elles, et que des expériences directes conduisent à ces limites.

La puissance nerveuse n'est donc pas unique, comme on l'a dit jusqu'ici. Il n'y a pas une seule propriété nerveuse, il y en a trois; et ces trois propriétés sont essentiellement distinctes et indépendantes entre elles.

II. Maintenant que le débrouillement, ou, si l'on peut ainsi dire, que le triage des parties

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de l'Institut, dans les séances des 31 mars et 27 avril 1822.

excitatrices de contraction, des parties *sensibles*; des parties où réside la *perception*, est effectué, il s'agit d'assigner la part respective de chacune de ces parties dans les mouvements complexes, dans les mouvements de *translation* ou *locomotion*, qui résultent de leur concours. On connaît l'action propre et le jeu individuel de chacune d'elles; il reste à les voir agir et jouer ensemble.

§ II.

Détermination du rôle du nerf.

I. L'irritation d'un nerf, séparé des centres nerveux par une section ou par une ligature, se borne à produire des contractions brusques et partielles dans les muscles où ce nerf se rend.

Il y a loin de ces contractions désordonnées et irrégulières à un mouvement d'ensemble régulier et coordonné. Les contractions musculaires ne sont que les éléments dont se compose ce mouvement; et ce n'est pas dans le nerf que réside le principe qui coordonne et qui règle ces éléments.

II. Lorsque les principaux nerfs d'un membre restent unis par leur plexus, bien que ce plexus soit détaché de la moelle épinière, l'irritation de ce plexus, ou de l'un quelconque de ses nerfs,

détermine des mouvements d'ensemble dans le membre.

Mais ces mouvements d'ensemble apparaissent surtout lorsque le plexus ou les nerfs sont encore unis à la moelle épinière.

J'ai intercepté, comme on l'a vu, sur divers animaux diverses régions de la moelle épinière; toutes les parties de chacune de ces régions formaient un système lié d'action et de mouvement. Par exemple, la région lombaire interceptée, tous les muscles des nerfs venus de cette région se mouvaient de concert et d'ensemble. Mais, ce qu'il importe de bien remarquer, ils ne se mouvaient plus ainsi qu'autant qu'on les irritait; ils ne se mouvaient plus ni spontanément ni volontairement.

III. Il y a donc trois choses essentielles à considérer dans un mouvement de *locomotion*, et particulièrement dans un mouvement de locomotion voulu : 1° les éléments mêmes qui le constituent : ce sont les contractions des muscles affectés à ce mouvement, contractions déterminées par l'excitabilité des nerfs de ces muscles; 2° la liaison de ces contractions en mouvements d'ensemble; liaison dont le principe réside dans les principaux troncs nerveux, les plexus et surtout les moelles épinière et allongée; et 3° la volition de ces

mouvements, laquelle, ainsi que mes expériences le prouveront bientôt, réside exclusivement dans les lobes cérébraux.

Lorsque, en effet, j'irrite un animal privé des lobes cérébraux, pour l'exciter à des mouvements, je me substitue momentanément à ces lobes, et c'est mon irritation qui en tient la place.

Enfin, mes expériences montreront qu'il y a encore une quatrième chose à considérer, savoir, *la coordination des mouvements d'ensemble* en mouvements réglés et déterminés, saut, vol, marche, station, etc.; et elles montreront aussi que le principe de cette *coordination* réside dans le cervelet.

§ III.

Expériences relatives à la détermination du rôle que joue la moelle épinière dans les mouvements de locomotion.

I. J'ai coupé la moelle épinière, sur un pigeon, un peu au-dessus du renflement des membres abdominaux : les parties postérieures se mouvaient encore d'ensemble quand on les irritait; mais elles ne se mouvaient plus ni spontanément ni conséquemment aux volontés de l'animal : ses parties antérieures se mouvaient, au contraire, spontanément et conséquemment à ses volontés. L'animal ne se tenait plus sur ses pattes, ni ne pouvait

marcher avec elles; il disposait au contraire, à son gré, de ses ailes pour se soutenir ou pour voler.

II. J'ai coupé, sur un autre pigeon, la moelle épinière un peu au-dessus du renflement des membres antérieurs : l'animal a perdu aussitôt la faculté de marcher, de voler et de se tenir debout. Toutes les parties situées en-deçà de la section ne se mouvaient plus que sous l'effet des irritations, bien qu'elles se mussent encore alors d'ensemble.

III. Enfin, sur un autre pigeon, j'ai coupé la moelle épinière au niveau de la troisième vertèbre cervicale. Sur-le-champ, la station, la marche et le vol ont été anéantis. Les parties affectées à ces mouvements conservaient néanmoins encore la faculté de se mouvoir, et de se mouvoir d'ensemble, quand on les irritait.

IV. J'ai répété ces expériences sur plusieurs autres pigeons : le résultat a été le même. On verra tout-à-l'heure les différences plus ou moins tranchées que m'ont présentées les mammifères et les reptiles : je fais abstraction, pour le moment, de ces différences; et je conclus que la faculté d'exciter des contractions musculaires, comme la faculté de lier ces contractions en mouvements d'ensemble, réside dans la moelle épinière.

Je conclus, en outre, que la volition ou la spontanéité des mouvements, non plus que la *coordination de ces mouvements* en saut, vol, marche, station, etc., n'y résident pas.

§ IV.

Expériences relatives à la détermination du rôle et des fonctions des lobes cérébraux.

I. J'ai enlevé le lobe cérébral droit sur un pigeon : incontinent, l'animal n'a plus vu de l'œil opposé à ce lobe ; la contractilité persistait néanmoins encore dans l'iris de cet œil. Je reviendrai bientôt sur ce fait, qui est capital ; je le laisse un moment de côté (1).

Il s'est manifesté une faiblesse assez marquée d'abord dans toutes les parties situées à gauche. Cette faiblesse du côté opposé au lobe retranché est du reste, quant à sa durée et à son intensité, un phénomène fort variable. Sur quelques animaux, cette faiblesse est très prononcée ; elle l'est très peu sur d'autres ; elle est presque inapercevable sur quelques uns. Sur tous, les forces ne tardent pas à reprendre leur équilibre, et la disproportion entre les deux côtés disparaît.

Quant à mon pigeon, il voyait très bien de l'œil

(1) J'en ai déjà dit un mot dans le chapitre précédent.

du côté du lobe enlevé; il entendait, se tenait debout, marchait, volait, et paraissait d'ailleurs assez calme.

Je remarque ici que certains animaux semblent d'abord très effrayés après une pareille mutilation; cette frayeur n'est pas de longue durée.

II. J'enlevai, sur un autre pigeon, les deux lobes cérébraux à la fois.

Ce retranchement est d'ordinaire suivi d'une faiblesse générale assez profonde; car, comme on le verra ci-après, il n'est pas une seule partie du système nerveux qui n'influe sur l'énergie de toutes les autres : on verra de plus que le degré de cette influence varie pour chacune d'elles.

Sur mon pigeon, cette faiblesse générale fut peu marquée : aussi survécut-il long-temps au retranchement de ses lobes.

Il se tenait très bien debout; il volait quand on le jetait en l'air; il marchait quand on le poussait; l'iris de ses deux yeux était très mobile, et pourtant il ne voyait pas; il n'entendait pas, ne se mouvait jamais spontanément, affectait presque toujours les allures d'un animal dormant ou assoupi; et quand on l'irritait, durant cette espèce de léthargie, il affectait encore les allures d'un animal qui se réveille.

Dans quelque position qu'on le mît, il repre-

nait parfaitement l'équilibre, et ne se reposait pas qu'il ne l'eût repris.

Je le plaçais sur le dos, et il se relevait; je lui mettais de l'eau dans le bec, et il l'avalait; il résistait aux efforts que je faisais pour lui ouvrir le bec; il se débattait quand je le gênais; il rendait ses excréments; la moindre irritation l'agitait et l'importunait.

Lorsque je l'abandonnais à lui seul, il restait calme et comme absorbé; dans aucun cas, il ne donnait aucun signe de volonté. En un mot, figurez-vous un animal condamné à un sommeil perpétuel, et privé de la faculté même de rêver durant ce sommeil: tel, à peu près, était devenu le pigeon auquel j'avais retranché les lobes cérébraux.

III. J'enlevai le lobe cérébral droit à un troisième pigeon: l'animal perdit aussitôt la vue de l'œil opposé. Du reste, il marchait, volait, se mouvait, comme auparavant; sauf un peu de faiblesse qui parut d'abord dans le côté gauche, et qui bientôt après disparut.

J'enlevai l'autre lobe: dès lors tous les mouvements spontanés (1) furent abolis sans retour; et

(1) C'est-à-dire, dus à une volonté expresse, à la volonté même de l'animal.

la vue fut perdue des deux yeux, bien que les deux iris restassent pourtant mobiles.

L'animal était calme et comme assoupi; il se tenait parfaitement d'aplomb sur ses pattes: si on le jetait en l'air, il volait; si on pinçait avec force les narines, qu'il avait, comme tous les animaux de son espèce, fort délicates, il se remuait, et faisait quelques pas, sans but ni détermination, mais avec un parfait équilibre, et s'arrêtait dès qu'on ne l'irritait plus.

On avait beau le piquer, le pincer, le brûler; il remuait, s'agitait, marchait, mais toujours sur la même place; il ne savait plus fuir. S'il rencontrait un obstacle, il le heurtait, et revenait le heurter sans cesse, sans jamais songer à l'éviter; tandis qu'il n'est pas de pigeon qui, dans l'état naturel, bien qu'on lui ait bandé les yeux, ne finisse, d'un ou d'autre biais, par échapper à l'obstacle qu'on lui oppose.

IV. J'enlevai l'un des deux lobes cérébraux à une grenouille: cette grenouille sautait, marchait, agissait d'elle-même, après ce retranchement.

V. J'enlevai les deux lobes cérébraux à une autre grenouille.

Cette grenouille perdit aussitôt toute *spontanéité* proprement dite de ses mouvements; elle ne bougeait pas, à moins qu'on ne l'irritât. Mais,

sous l'influence des irritations extérieures, elle sautait et se débattait.

Placée sur le dos, elle se relevait, se consolidait sur ses pattes, et puis redevenait immobile.

VI. J'ai répété bien souvent ces expériences.

Elles me paraissent démontrer que les lobes cérébraux ne sont le siége ni du principe immédiat des mouvements musculaires, ni du principe qui coordonne ces mouvements en marche, saut, vol ou station. Mais elles me paraissent également démontrer qu'ils sont le siége exclusif de la volition et des perceptions.

Quant à la volition, il suffit sans doute d'avoir constaté que, les lobes cérébraux retranchés, il n'y a plus vestige de volonté; et quant aux perceptions, je prie que l'on me permette de revenir sur quelques circonstances des faits précédents.

VII. Un seul lobe cérébral enlevé, l'animal perd incontinent la vue de l'œil opposé : les deux lobes enlevés, il perd la vue des deux yeux.

La contractilité de l'iris n'en persiste pourtant pas moins encore. Pour peu même qu'on irrite la conjonctive, ou les nerfs optiques, ou les tubercules bijumeaux (1), cette contractilité devient convulsive.

Je ne conçois pas de fait plus propre à montrer,

(1) *Bijumeaux*, car il s'agit plus particulièrement, en ce lieu, de mes expériences sur les oiseaux.

dans tout son jour, la coïncidence singulière de la perte des perceptions avec la conservation ou l'exaltation même du mouvement.

Il y a tout ensemble, comme on voit, dans ce fait, convulsibilité de l'iris et perte de la vision. C'est que la vision n'est ni dans les contractions de l'iris, ni même dans les sensations de la rétine ou du nerf optique. Ces contractions et ces sensations n'en sont que des conditions. La vision est tout entière dans la perception des sensations de la rétine et du nerf optique, ou plutôt elle n'est que cette perception même.

Or, le principe de cette perception réside bien dans les lobes cérébraux; mais le principe de la contractilité de l'iris, pas plus que celui de la sensibilité du nerf optique ou de la rétine, n'y réside pas. Le retranchement des lobes cérébraux doit donc abolir la vision sans éteindre ni la sensibilité de la rétine, ni l'excitabilité des nerfs optiques, ni conséquemment la contractilité de l'iris.

VIII. Pareillement, un seul lobe enlevé, l'animal conserve le souvenir; les deux lobes enlevés, il le perd.

Un seul lobe enlevé, il entend; les deux lobes enlevés, il n'entend plus.

Il veut quand il conserve encore un lobe; il ne veut plus quand il l'a perdu.

La mémoire, la vision, l'audition, la volition,

en un mot toutes les perceptions, disparaissent avec les lobes cérébraux. Les lobes cérébraux sont donc l'organe unique des perceptions.

§ V.

Expériences relatives à la détermination du rôle et des fonctions du cervelet.

Je passe à l'examen des autres parties de la masse cérébrale.

I. J'ai supprimé le cervelet par couches successives, sur un pigeon. Durant l'ablation des premières couches, il n'a paru qu'un peu de faiblesse et de manque d'harmonie dans les mouvements.

Aux moyennes couches, il s'est manifesté une agitation presque universelle, bien qu'il ne s'y mêlât aucun signe de convulsion : l'animal opérait des mouvements brusques et déréglés; il entendait et voyait.

Au retranchement des dernières couches, l'animal, dont la faculté de sauter, de voler, de marcher, de se tenir debout, s'était de plus en plus altérée par les mutilations précédentes, perdit entièrement cette faculté.

Placé sur le dos, il ne savait plus se relever. Loin de rester calme et d'aplomb, comme il arrive

aux pigeons privés des lobes cérébraux, il s'agitait follement et presque continuellement, mais il ne se mouvait jamais d'une manière ferme et déterminée.

Par exemple, il voyait le coup qui le menaçait, voulait l'éviter, faisait mille contorsions pour l'éviter, et ne l'évitait pas. Le plaçait-on sur le dos, il n'y voulait pas rester, s'épuisait en vains efforts pour se relever, et finissait par y rester malgré lui.

Finalement, la volition, les sensations, les perceptions, persistaient : la possibilité d'exécuter des *mouvements d'ensemble* persistait aussi ; mais la *coordination de ces mouvements* en mouvements de locomotion, réglés et déterminés, était perdue.

II. Je retranchai le cervelet d'un autre pigeon.

Arrivé aux couches moyennes, je touchai la moelle allongée, et il y eut un trémoussement convulsif.

Ce trémoussement dissipé, je continuai mon opération. Les mouvements désordonnés et impétueux reparurent aux mêmes couches que dans l'expérience précédente. L'animal perdit de même la faculté de se tenir en équilibre, de marcher et de voler : il était dans une agitation presque continuelle ; il voulait et se mouvait, mais il ne se mouvait jamais comme il le voulait.

III. Je perçai de part en part, avec une aiguille, sur un troisième pigeon, toute la région supérieure du cervelet : nul indice d'excitabilité, mais faiblesse, indétermination, et léger manque d'harmonie dans les mouvements.

Je pénétrai plus avant : la faiblesse, l'indétermination, le manque d'harmonie des mouvements, s'accrurent.

J'arrivai aux dernières couches : l'animal perdit presque entièrement l'équilibre ; ses mouvements étaient indécis, son agitation presque continuelle.

IV. J'enlevai, sur un quatrième pigeon, les couches supérieures du cervelet. Cette mutilation opérée, l'animal voyait et entendait très bien ; il se tenait aussi debout, marchait et volait, mais d'une manière indécise et mal assurée.

Je continuai mes retranchements : l'équilibre s'abolit presque entièrement. L'animal avait toute la peine du monde à se tenir debout, et encore n'y parvenait-il qu'en s'appuyant sur ses ailes et sur sa queue. Lorsqu'il marchait, ses pas chancelants et mal affermis lui donnaient tout-à-fait l'air d'un animal ivre ; ses ailes étaient obligées de venir au secours de ses jambes, et, malgré ce secours, il lui arrivait souvent de tomber et de rouler sur lui-même.

Au retranchement des dernières couches, toute espèce d'équilibre, c'est-à-dire toute harmonie entre les efforts, disparut. La marche, le vol, la station, furent totalement anéantis; mais, ce que j'engage à bien remarquer, la volition de ces mouvements, et des tentatives réitérées pour les exécuter, n'en persistèrent pas moins toujours.

V. Je retranchai le cervelet sur un cinquième pigeon, par couches successives extrêmement minces, afin de suivre, jusque dans les derniers détails, tous les degrés et toutes les nuances par lesquels ce retranchement graduel devait faire passer mon pigeon d'un équilibre parfait à l'abolition complète du vol, de la marche et de la station.

C'est une chose surprenante de voir l'animal, à mesure qu'il perd son cervelet, perdre graduellement la faculté de voler, puis celle de marcher, puis enfin celle de se tenir debout.

Il n'y a pas jusqu'à cette faculté de se tenir debout qui ne s'altère petit à petit avant de se perdre complétement. L'animal commence par ne pouvoir rester long-temps d'aplomb sur ses jambes, il chancelle presque à chaque instant; puis ses pieds ne suffisent plus à la station, et il est obligé de recourir à l'appui de ses ailes et de sa queue; enfin, toute position fixe et stable devient impossible : l'animal fait d'incroyables ef-

forts pour s'arrêter à une pareille position, et il n'y peut réussir.

La faculté de marcher s'évanouit également par degrés. L'animal conserve encore, d'abord, une démarche chancelante, et tout-à-fait comparable à la démarche bizarre de l'ivresse, puis il ne marche qu'avec le secours de ses ailes, et puis il ne sait plus marcher du tout.

On peut à volonté, par des coupes ménagées, ne supprimer que le vol; ou supprimer le vol et la marche; ou supprimer tout à la fois le vol, la marche et la station. En disposant du cervelet, on dispose de tous les *mouvements coordonnés* de locomotion, comme, en disposant des lobes cérébraux, on dispose de toutes les perceptions.

Le pigeon sur lequel j'étudiais ces singuliers développements n'éprouva, au retranchement des premières couches, qu'un peu de faiblesse et d'hésitation dans ses mouvements.

Je remarque ici, par rapport à la faiblesse, que le moment de la mutilation est toujours le moment où elle est le plus marquée, et qu'ensuite elle va diminuant de plus en plus jusqu'à une nouvelle mutilation.

Aux moyennes couches, mon pigeon voyait et entendait très bien; il ne se plaignait aucunement; son air était gai, sa tête alerte.

A sa bonne mine, personne n'eût assurément imaginé qu'il lui manquait déjà plus de la moitié de son cervelet; mais, en revanche, sa démarche était très chancelante et très agitée; et bientôt il ne marcha plus qu'avec le secours de ses ailes.

Je continuai mes retranchements; l'animal perdit totalement la faculté de marcher. Ses pieds ne suffisaient plus à la station, et il ne parvenait à se soutenir qu'appuyé sur ses coudes, sa queue et ses ailes. Souvent il cherchait à s'envoler ou à marcher; mais ces tentatives inefficaces se bornaient à rappeler, sous plus d'un rapport, les premiers essais de vol et de marche que font les petits oiseaux au sortir du nid.

Le poussait-on en avant, il roulait sur sa tête; en arrière, il roulait sur sa queué.

Je portai plus loin encore mes retranchements. L'animal perdit jusqu'à la faculté de se tenir appuyé sur ses coudes, sa queue et ses ailes. Il roulait continuellement sur lui-même sans pouvoir s'arrêter à une position fixe.

A force de rouler ou de se débattre, il finissait par s'épuiser; et, rendu de fatigue, il gardait alors un moment la position que le hasard lui avait donnée : tantôt il restait à plat sur le ventre, et tantôt sur le dos.

Cette position sur le dos, quelque pénible

qu'elle lui fût, et quelques efforts qu'il fît pour s'en dégager, il était pourtant réduit à la garder, parce qu'il ne savait plus s'en tirer.

Du reste, il voyait et il entendait très bien. Durant son repos, la moindre menace, le moindre bruit, la plus légère irritation, rouvraient la scène tumultueuse de ses contorsions.

Mais au milieu de toutes ces contorsions si déréglées, si fougueuses, si pétulantes, il n'y avait pas le moindre signe de convulsion.

VI. Les conséquences du retranchement du cervelet varient un peu selon les classes; on trouvera ci-après un tableau comparé de ces variations. Je commence par indiquer les effets obtenus sur une classe donnée; je comparerai ensuite ces effets aux effets obtenus sur les autres classes.

§ VI.

Expériences relatives à la détermination du rôle et des fonctions des tubercules bijumeaux (1).

I. J'enlevai, sur un pigeon, un seul des deux tubercules bijumeaux. Ce retranchement fut ac-

(1) Ces *tubercules* sont *doubles* dans les vertébrés ovipares les oiseaux, les reptiles, etc.) et *quadruples* dans les mammifères. C'est pourquoi je les nomme tantôt *bijumeaux* et tantôt *quadrijumeaux*.

compagné d'un trémoussement convulsif général, mais qui dura peu.

L'œil du côté opposé perdit sur-le-champ la vue; mais l'iris de cet œil resta long-temps encore mobile.

L'animal se tenait debout, marchait, volait, entendait, et poussait des gémissements.

Il tournait souvent sur lui-même, et particulièrement sur le côté du tubercule enlevé; il voyait aussi très bien de l'œil de ce côté.

L'irritation et la douleur produites par mon opération étant dissipées, l'animal resta calme et parfaitement d'aplomb sur ses jambes (1).

II. J'enlevai, sur un autre pigeon, le tubercule bijumeau gauche; il y eut également des trémoussements convulsifs généraux, perte de la vue de l'œil opposé, contractilité de l'iris persistant encore dans cet œil, et tournoiement de l'animal, principalement sur le côté du tubercule enlevé.

Je voulus m'assurer si ce tournoiement ne tenait pas uniquement à la perte de la vision dans

(1) Le retranchement d'un seul tubercule bijumeau, comme celui d'un seul lobe cérébral ou d'un seul côté du cervelet, s'accompagne d'abord d'une faiblesse marquée dans le côté opposé à la partie enlevée. Je néglige à dessein d'insister ici sur cet *effet croisé*, dont on trouvera, dans un autre chapitre, la cause et les limites.

un œil. Je bandai donc un œil à plusieurs pigeons : ces pigeons tournèrent en effet, d'abord presque tous, sur le côté de l'œil non bandé, mais bien moins brusquement et bien moins de temps que le pigeon mutilé.

Ce pigeon, ainsi que le précédent, voyait très bien de l'œil du côté du tubercule enlevé; il entendait, marchait, volait et se tenait d'aplomb comme à l'ordinaire.

III. Je retranchai successivement, sur un troisième pigeon, les deux tubercules bijumeaux. Les trémoussements convulsifs furent beaucoup plus violents et beaucoup plus prolongés après cette double extirpation qu'après l'extirpation d'un seul tubercule.

Au retranchement du tubercule droit, l'animal perdit la vue de l'œil gauche; et à celui du tubercule gauche, il perdit la vue de l'œil droit. La contractilité persistait dans l'iris des deux yeux.

La station, la marche, le vol, persistaient aussi. L'animal tournait souvent sur lui-même, puis il restait calme et d'aplomb, et puis il recommençait à tourner encore.

Tout cela se faisait spontanément. Quand dans sa marche l'animal rencontrait un obstacle, il le heurtait d'abord; mais à peine avait-il besoin de le toucher pour le deviner; et dès qu'il l'avait

touché, ou il s'arrêtait, ou il s'en détournait avec une adresse et avec des précautions infinies. Il n'avançait jamais qu'avec une extrême circonspection. et presque toujours il revenait à tourner sur lui-même.

IV. On a vu qu'immédiatement après l'extirpation d'un seul tubercule la vision est perdue de l'œil opposé ; et qu'après l'extirpation des deux tubercules, la vision est perdue des deux yeux.

Mais on a vu aussi que la contractilité de l'iris survit plus ou moins long-temps à la perte de la vision. Ce fait est remarquable; il montre que l'ablation des tuberbules n'agit sur les nerfs optiques que comme agissent sur les autres nerfs les sections ou les ligatures.

En effet, c'est par les tubercules bijumeaux que les nerfs optiques communiquent avec les lobes cérébraux. Ces tubercules enlevés, la vision doit donc être immédiatement abolie, mais non l'excitabilité des nerfs optiques, parce qu'une mutilation incomplète des tubercules ne détruit pas toutes les racines de ces nerfs; la section seule de ces nerfs abolit complétement la contractilité des iris (1).

(1) Les nerfs optiques survivant, du moins en partie, à une mutilation incomplète des tubercules, la contractilité des iris doit survivre aussi ; mais la section complète des nerfs optiques, comme

V. Pour obtenir les effets des tubercules bijumeaux dans toute leur pureté, il ne faut pas en pousser l'extirpation jusqu'à leurs racines; car ces effets se compliquent alors des effets de la moelle allongée.

J'enlevai, sur un pigeon, jusqu'aux dernières couches des tubercules : il survint des convulsions violentes et prolongées. Je pénétrai plus avant : les convulsions se renouvelèrent et s'accrurent; mais, ce qu'il y avait de remarquable, c'est qu'au milieu de cet état convulsif universel, la contractilité des iris était complétement abolie.

L'animal vécut très long-temps dans cet état.

VI. Je piquai la moelle allongée d'un pigeon : il y eut des convulsions universelles. Ces convulsions s'opposaient à tout équilibre durable, et l'animal ne pouvait plus conséquemment ni marcher, ni voler, ni se tenir debout.

VII. Je déchirai la moelle allongée d'un autre pigeon : l'animal mourut dans des convulsions violentes.

a section complète des tubercules, abolit complétement la contractilité des iris (*).

(*) Ce fait a été nié. J'ai répété mes expériences sur plusieurs pigeons. Chaque fois que j'ai pincé le nerf optique, l'iris s'est vivement contracté; chaque fois que je l'ai coupé, l'iris a été paralysé.

§ VII.

I. De tous ces faits rapprochés, il suit :

1° Que la faculté d'exciter des contractions musculaires, et de lier ces contractions en mouvements d'ensemble, réside dans la moelle épinière ;

2° Que la faculté de percevoir les impressions et de vouloir les mouvements réside dans les lobes cérébraux ;

3° Qu'aux tubercules bijumeaux appartient le principe primordial des contractions de l'iris : l'iris conserve, en effet, sa contractilité malgré l'ablation des lobes cérébraux et du cervelet ; il ne la perd qu'en perdant les tubercules bijumeaux (1) ;

4° Que la moelle allongée est absolument indispensable à l'exécution des mouvements réguliers de locomotion (2) ;

5° Il suit, enfin, que la faculté de coordonner

(1) Ou plus exactement, qu'*en perdant les nerfs optiques ;* car, encore un coup, la suppression des tubercules ne supprime la contractilité des iris, que lorsqu'elle est assez complète pour détruire toutes les racines des nerfs optiques.

(2) On en verra surtout la raison dans un autre chapitre.



ces mouvements en marche, saut, vol ou station, dérive exclusivement du cervelet.

II. D'un autre côté, les lobes cérébraux enlevés, la vision est perdue, car l'animal ne voit plus; la volition, car il ne veut plus; la mémoire, car il ne se souvient plus; le jugement, car il ne juge plus. Il se heurte vingt fois contre le même objet, sans qu'il lui vienne l'idée de s'en détourner; il trépigne sous les coups qu'on lui porte, sans qu'il lui vienne l'idée de fuir.

Un mouvement est-il commencé, il le continue, mais il ne le commence jamais spontanément; il ne vole que lorsqu'on le jette en l'air; il ne marche qu'autant qu'on le pousse; il n'avale qu'autant qu'on lui enfonce l'aliment dans le bec. Mais, ce qu'on ne saurait trop admirer, le vol, la marche, la déglutition commencés, tout cela continue et s'effectue avec une régularité et une justesse parfaites.

Tous les phénomènes de l'intelligence et de la volonté sont éteints, et tous les phénomènes du mouvement n'en persistent pas moins encore.

L'animal ne voit plus, mais l'iris de ses yeux est *mobile;* le nerf optique, *excitable,* et quand on l'excite, l'iris se meut.

L'animal ne veut plus voler; mais il vole quand on l'y pousse.

Ce n'est plus sa volition qui détermine ses mouvements; mais une irritation extérieure peut suppléer à sa volition et les déterminer comme elle.

Rien ne prouve mieux assurément combien l'*intelligence* et la *volonté* sont distinctes de l'*excitabilité*, et les parties où elles résident des parties qui excitent la *contraction*.

§ VIII.

Comparaison des effets obtenus sur les oiseaux aux effets obtenus sur les reptiles et les mammifères.

I. Des expériences précédentes sur les oiseaux, j'ai conclu que l'excitation des contractions musculaires dépendait immédiatement du nerf; la liaison de ces contractions en mouvements d'ensemble, de la moelle épinière; la coordination de ces mouvements en saut, vol, marche ou station, du cervelet; et la volition de ces mouvements, des lobes cérébraux.

Il importait de savoir jusqu'à quel point de semblables expériences sur les reptiles et les mammifères reproduiraient ces résultats, et par conséquent les confirmeraient.

II. J'ai coupé la moelle épinière, sur une grenouille, un peu au-dessus du renflement des mem-

bres abdominaux : sur-le-champ, la grenouille a perdu l'usage de ses pattes de derrière, et n'a plus marché qu'avec ses pattes de devant.

III. J'ai coupé, sur une autre grenouille, la moelle épinière au-dessus du renflement antérieur : le saut, la marche et la station ont été perdus aussitôt. L'animal ne mouvait plus volontairement et coordonnément que le cou et la tête.

IV. J'ai enlevé, sur une grenouille, le lobe cérébral droit : la grenouille a sauté et marché d'elle-même, comme auparavant ; elle avait perdu la vue de l'œil gauche.

V. J'ai enlevé les deux lobes sur une autre grenouille : perte absolue et soudaine de toute perception, de toute volition, de tout mouvement spontané ; mais, sous l'effet des irritations, saut et marche parfaitement réguliers et coordonnés.

VI. J'ai retranché, sur une grenouille, la couche optique droite : la grenouille a tourné long-temps et irrésistiblement sur le côté droit.

VII. J'ai retranché, sur une autre grenouille, la couche optique gauche : la grenouille a tourné sur le côté gauche.

VIII. J'ai retranché, sur une grenouille, le tubercule bijumeau droit : l'animal a tourné sur le côté gauche.

IX. J'ai retranché, sur une autre grenouille, le

tubercule gauche : l'animal a tourné sur le côté droit.

X. Ainsi, premièrement, les reptiles, comme les oiseaux, perdent toute volition et toute perception en perdant les lobes cérébraux.

Secondement, sur les uns comme sur les autres, la suppression d'un lobe cérébral fait perdre la vue de l'œil opposé; troisièmement enfin, et ceci est particulier aux reptiles, la perte d'une couche optique fait tourner l'animal du côté de la *couche* enlevée, tandis que la perte d'un tubercule bijumeau détermine, au contraire, un tournoiement sur le côté opposé au *tubercule* enlevé (1).

XI. Passons aux mammifères.

XII. J'ai enlevé le lobe cérébral gauche sur un cochon-d'inde. L'animal est tombé d'abord dans un affaissement profond.

Revenu de sa première stupeur, il paraissait plus faible du côté opposé au lobe enlevé; et il ne voyait plus de l'œil de ce côté.

(1) Ce croisement d'effet entre la *couche optique* et le *tubercule bijumeau* de la grenouille est curieux. J'y reviendrai dans un autre chapitre. Quant aux effets du cervelet, j'avoue qu'ils me paraissent peu marqués sur les reptiles dont j'ai pu disposer jusqu'ici : le cervelet de ces reptiles est trop petit. Il faudrait pouvoir soumettre à l'expérience des reptiles à cervelet plus développé. Dans nos reptiles ordinaires, l'ablation du cervelet a surtout pour effet d'affaiblir, de ralentir, et, à parler plus exactement encore, d'*alourdir* les mouvements de locomotion.

Du reste, il entendait et se tenait debout; il marchait et courait spontanément.

XIII. J'enlevai, sur un autre cochon-d'inde, les deux lobes cérébraux à la fois.

Cette mutilation fut suivie d'abord d'un tel affaissement, que l'animal parut assez long-temps comme mort.

Cet affaissement s'étant enfin dissipé, l'animal se releva et se tint d'aplomb sur ses pattes.

Il marchait, il sautait, il trépignait quand on l'irritait; et dès qu'on ne l'irritait plus, il ne bougeait plus.

L'audition, la vision, la volition, toutes les perceptions étaient abolies.

XIV. Je commençai par retrancher, sur un cochon-d'inde, les couches superficielles du cervelet. L'équilibre de la marche et de la station fut légèrement altéré.

Je passai aux couches centrales: l'animal fut bientôt réduit à la démarche chancelante et désordonnée de l'ivresse. Ses pattes se mouvaient brusquement et maladroitement; il s'embarrassait dans ses mouvements, tombait, et faisait des efforts plus maladroits encore pour se relever.

J'arrivai aux dernières couches: l'animal perdit totalement la faculté de marcher et de se tenir debout. Couché sur le ventre ou sur le côté, il

remuait souvent ses pattes comme pour marcher ou courir. Il faisait mille efforts infructueux pour se relever; et s'il réussissait quelquefois à se relever, ce n'était que pour retomber encore.

XV. Sur un autre cochon-d'inde, j'ai porté, du premier coup, l'instrument jusque vers les dernières couches du cervelet.

Le saut, la marche, la station, ont été perdus sur-le-champ.

Cet animal n'ayant point été affaibli, comme le précédent, par des mutilations successives et répétées, faisait aussi des efforts beaucoup plus violents, mais non moins impuissants, pour ressaisir l'équilibre.

Je remarque, en outre, que l'affaissement, suite ordinaire des mutilations du cervelet, était beaucoup plus marqué sur ces deux cochons-d'inde qu'il ne l'est sur les pigeons.

XVI. Je touchai la moelle allongée, sur un cochon-d'inde, à diverses reprises assez éloignées entre elles pour que l'effet d'une irritation ne se compliquât pas avec l'effet d'une autre. A chaque reprise, il y eut des convulsions violentes et générales.

Je déchirai cette moelle; l'animal mourut dans les convulsions.

§ VI.

Conclusion générale de ce chapitre.

I. Les résultats obtenus sur les reptiles et les mammifères reproduisent donc et confirment les résultats donnés par les oiseaux :

Avec la perte des lobes cérébraux coïncide constamment la perte de la volition et des perceptions ;

Avec la perte d'un seul lobe, la perte de la vue de l'œil opposé ;

Avec la perte du cervelet, la perte du saut, du vol, de la marche, de la station, etc. ;

Avec la perte de la moelle allongée, de la moelle épinière, ou des nerfs, la perte des contractions musculaires, et par suite la perte du mouvement, et par suite la mort.

II. Les contractions, l'excitation immédiate des contractions, la liaison de ces contractions en mouvements d'ensemble, la coordination de ces mouvements en saut, vol, marche, ou station, etc., la volition de ces mouvements, les sensations, les perceptions, tous ces phénomènes sont donc des phénomènes indépendants; les organes d'où ils dérivent, distincts; leur isolement, manifeste; leur localisation, démontrée.

III. Le système nerveux n'est point un système homogène. Les lobes cérébraux n'agissent point comme le cervelet, ni le cervelet comme la moelle épinière, ni la moelle épinière absolument comme les nerfs.

IV. Mais il est un système unique.

Toutes ses parties concourent, conspirent, consentent. Ce qui les distingue, c'est une manière d'agir propre et déterminée; ce qui les unit, c'est une action réciproque sur leur énergie commune.

V. La suppression des lobes cérébraux diminue l'énergie du cervelet; la suppression du cervelet diminue l'énergie de la moelle épinière; celle de la moelle épinière, l'énergie des nerfs.

VI. On a déjà vu combien cette énervation immédiate est plus marquée sur les mammifères que sur les oiseaux, et sur les oiseaux que sur les reptiles. On a vu aussi qu'elle ne se manifeste point de même sur tous.

Par exemple, le retranchement d'un lobe cérébral, dans les mammifères, ou dans les oiseaux, est suivi d'une faiblesse plus prononcée du côté opposé. Ce croisement n'a point lieu, ou du moins n'a pas lieu d'une manière sensible, dans les reptiles.

VII. Un autre chapitre aura pour objet d'in-

diquer la cause de cet effet croisé, de montrer à quelles parties il se borne, et à quelles il est remplacé par l'effet direct.

VIII. Dans les deux qui précèdent, après avoir rigoureusement démêlé l'*excitabilité* de la *sensibilité* et la *sensibilité* de la *perception* ou *intelligence*, j'ai montré que ces trois propriétés sont trois *propriétés nerveuses*, et pourtant *toutes trois distinctes*.

Puis, expérimentant séparément sur chaque partie du système nerveux, j'ai séparé les propriétés de chacune d'elles; j'ai tour à tour reconnu et assigné le rôle du nerf, celui de la moelle épinière, celui du cervelet, des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, et des lobes cérébraux.

IX. Ce rôle présentement connu et assigné, tout le monde conçoit la possibilité de déduire l'altération des parties de l'altération des propriétés, et, réciproquement, la lésion des propriétés de la lésion des parties; ce qui est le but et la fin de toute physiologie et de toute pathologie.

Par exemple, qu'une blessure de la masse cérébrale détermine la perte de la marche et de la station, et j'en conclus la lésion du cervelet; qu'elle détermine des convulsions générales et universelles, et j'en conclus la lésion de la moelle allongée; qu'elle produise simplement ou la stu-

peur, ou la perte des perceptions, de l'intelligence, et j'en conclus la lésion des lobes cérébraux.

X. J'enfonçai un poinçon dans la boîte crânienne d'un cochon-d'inde : l'animal perdit tout-à-coup la faculté de marcher et de se tenir debout. J'ouvris le crâne, et je trouvai le cervelet profondément altéré.

XI. J'enfonçai un poinçon très fin dans le crâne d'une grenouille : l'animal tourna long-temps sur le côté gauche; le tubercule bijumeau droit avait seul été compromis.

XII. Je perçai le crâne d'un pigeon : il mourut dans des convulsions universelles; la moelle allongée se trouva déchirée.

XIII. On pourra donc enfin soumettre à des règles fixes et positives l'observation encore si embrouillée des lésions cérébrales.

On pourra concilier tant de résultats opposés, ou contradictoires, ou inconcevables en apparence, de tant d'expériences célèbres.

On verra pourquoi Rédi, et Zinn, et Haller, et Lorry, et les autres, ont observé des phénomènes si confus sur les animaux qu'ils mutilaient si aveuglément, et sans savoir sur quelles parties portaient leurs mutilations, et surtout sans avoir, par une analyse expérimentale préalable,

déterminé l'expression propre de chacune de ces parties.

On concevra comment les effets des apoplexies varient selon que varie le siége de l'épanchement.

Et l'on comprendra, enfin, comment il peut se manifester des paralysies ou pertes distinctes du sentiment, du mouvement, de l'intelligence.

XIV. Je ne pousserai pas plus loin ces conséquences; je laisse aux esprits judicieux le soin de les développer et de les étendre.

RAPPORT DE M. CUVIER (1).

Sur le Mémoire qui comprenait, dans la première édition de cet ouvrage, les deux chapitres précédents.

—

L'Académie nous a chargés, MM. Portal, le comte Berthollet, Pinel, Duméril et moi, de lui rendre compte d'un mémoire de M. Flourens, intitulé : *Détermination des propriétés du système nerveux*, ou *Recherches physiques sur l'irritabilité et la sensibilité*.

Ce mémoire peut être considéré sous trois aspects : les expériences faites par l'auteur, les conséquences qu'il en tire, le langage dans lequel il les exprime.

Il a répété devant nous ses principales expériences, et elles nous ont paru exactes. Nous avons suivi ses raisonnements avec attention, et le plus grand nombre nous a semblé juste; mais le langage dont il s'est servi s'écarte en quelques points importants de l'usage le plus généralement reçu,

(1) Fait à l'Académie royale des sciences de l'Institut, dans la séance du lundi 22 juillet 1822.

et donnerait lieu à des objections et à des malentendus, si nous ne nous occupions d'abord de le rectifier. C'est même dans l'intention d'être utiles à l'auteur, de rendre ses résultats avec plus de clarté, que nous commencerons ce rapport par quelque critique de sa nomenclature.

Lorsque l'on pince ou que l'on pique un nerf, les muscles où il se rend se contractent avec plus ou moins de violence, et en même temps l'animal éprouve des douleurs plus ou moins fortes. Lorsqu'un nerf est séparé du reste du système nerveux par une ligature ou une section, et qu'on agit sur lui de la même manière, au-dessous de la ligature ou de la section, il se produit encore des contractions dans le muscle; mais il n'y a plus de douleur dans l'animal, et l'animal perd en même temps le pouvoir de commander ces contractions au muscle que ce nerf anime. Ces faits sont connus depuis que l'on s'occupe d'expériences de physiologie. Hérophile et Érasistrate les ont éprouvés, Galien les a laissés par écrit; et c'est sur eux que repose cette proposition fondamentale, que *les nerfs sont les organes par lesquels l'animal reçoit les sensations et exerce les mouvements volontaires.*

Une plus grande attention donnée aux divers mouvements qui ont lieu dans le corps animal a fait reconnaître, de plus, que ce n'est point par

une traction mécanique que le nerf fait contracter le muscle. Au contraire, le nerf, lors de cette action, demeure dans une immobilité parfaite, et même il n'est pas nécessaire d'employer son intermédiaire. Une piqûre, une irritation immédiate sur le muscle, le fait contracter. Cet effet a lieu, pendant quelque temps, même sur le muscle dont on a coupé le nerf, même sur le muscle détaché du corps.

C'est cette propriété sur laquelle Glisson et Frédéric Hoffmann avaient déjà attiré l'attention, et qui devint, vers le milieu du dix-huitième siècle, l'objet des nombreuses expériences de Haller, que l'on connaît aujourd'hui sous le nom d'*irritabilité*.

Ces expériences firent voir que cette propriété de se contracter avec force, soit par l'irritation immédiate, soit conséquemment à l'irritation du nerf, existe dans les fibres musculaires, et qu'elle n'existe dans aucun autre élément du corps animal. Leur importance excita un vif intérêt; les élèves de ce grand physiologiste les répétèrent, et en exagérèrent même les conséquences.

Comme l'irritabilité n'est pas proportionnelle à la grandeur des nerfs qui se rendent dans chaque muscle, et comme l'on croyait alors qu'il existait des parties musculaires entièrement ou presque

entièrement dénuées de nerfs, quelques uns en vinrent à penser que cette propriété appartient à la fibre par elle-même, et indépendamment du concours du nerf; que le nerf peut bien être un des agents irritateurs, mais que les autres irritants agiraient sans lui. Ce serait à tort, cependant, que l'on attribuerait d'une manière absolue cette opinion à Haller lui-même. Plusieurs passages très formels montrent qu'il n'ignorait nullement la coopération du nerf dans les phénomènes de l'irritabilité; et plus on a étudié ces phénomènes, plus on s'est convaincu de cette coopération. Aujourd'hui que l'on connaît les nerfs de toutes les parties musculaires, aujourd'hui que l'on ne peut concevoir de fibre musculaire qui ne soit en rapport avec un filet nerveux, personne n'oserait plus soutenir que ce filet nerveux reste passif lors de la contraction. Tout ce qui est bien prouvé, c'est que la contraction peut se faire indépendamment de toute sensation dans l'animal, et de toute volonté que cette sensation aurait produite.

Or, cette dernière proposition, que Haller, le premier, sut mettre dans tout son jour, et l'application naturelle qui s'en faisait aux mouvements involontaires, tels que ceux du cœur et des viscères, renversait de fond en comble un système physiologique qui avait été long-temps en vogue,

celui de Stahl, lequel faisait de l'âme l'auteur de tous les mouvements du corps, non seulement de ceux que nous sentons et voulons, mais encore de ceux dont nous n'avons pas même le sentiment. Déjà oublié en Allemagne, où les systèmes disparaissent avec autant de facilité qu'ils y naissent, le stahlianisme venait d'être introduit à Montpellier par Sauvages. On voulut l'y soutenir contre l'école de Haller; mais on ne parut le défendre qu'en le dénaturant, et en introduisant dans le langage une innovation qui, pendant long-temps, a semblé faire de la physiologie, non seulement la plus difficile, mais la plus mystérieuse, la plus contradictoire de toutes les sciences. Cette innovation consista à généraliser l'idée de sensibilité, au point de donner ce nom à toute coopération nerveuse accompagnée de mouvement, même lorsque l'animal n'en avait aucune perception. On établit ainsi des sensibilités organiqnes, des sensibilités locales, sur lesquelles on raisonna, comme s'il s'était agi de la sensibilité ordinaire et générale. L'estomac, le cœur, la matrice, selon ces physiologistes, sentirent et voulurent; et chaque organe devint à lui seul une sorte de petit animal doué des facultés du grand.

Cette interversion dans l'usage des termes fut singulièrement favorisée et même augmentée par

le double sens que la plupart de ces termes avaient dans notre langue. En effet, *sensible*, en français, signifie à la fois ce qui peut éprouver des sensations, ce qui peut en donner, ce qui peut en conduire. C'est dans le premier sens qu'on dit, l'animal est un être sensible; dans le second, que l'on parle d'un bruit, d'une lumière sensibles; dans le troisième, que les physiologistes disent, les nerfs sont sensibles.

Des écrivains de beaucoup d'esprit se sont fait illusion à eux-mêmes par l'emploi de ce langage figuré et de ces mots à double sens, au point qu'ils ont cru avoir expliqué les phénomènes lorsqu'ils n'ont fait qu'en traduire l'expression en style métaphorique; et l'on doit avouer que cette illusion s'est communiquée à un grand nombre de leurs lecteurs. Heureusement, elle n'a point séduit les hommes habitués à des raisonnements rigoureux; ils donnent à chaque expression un sens fixé par une définition positive, et ils évitent avec le plus grand soin de l'employer dans une autre acception, parce qu'ils savent que par là ils s'exposent à tomber dans ce genre de sophisme, l'un des plus communs de tous, que les logiciens ont désigné sous le nom de syllogisme à quatre termes.

Or, il nous semble que ce besoin de la science avait été suffisamment rempli dans ces derniers

temps par les physiologistes rigoureux, en ce qui concerne les propriétés qui nous occupent, et qu'il n'était pas nécessaire de changer à cet égard le langage établi par eux. Lorsqu'ils disent, *la fibre musculaire est irritable*, ils entendent qu'elle seule peut se contracter à la suite des irritations; lorsqu'ils disent, *le nerf n'est pas irritable*, ils entendent que les irritations ne le contractent pas; mais, certes, ils ne prétendent pas pour cela qu'il ne puisse produire des irritations dans le muscle : il n'en est pas un parmi eux qui n'ait toujours su le contraire. Lorsqu'ils disent, *le nerf est sensible*, ils entendent que l'animal reçoit toutes les sensations par la voie des nerfs; mais ils ne prétendent assurément pas que le nerf séparé du corps puisse continuer de donner des sensations à l'animal, et encore moins qu'il puisse en avoir lui-même.

Nous commencerons donc par engager M. Flourens à écarter de son beau travail une première partie relative à cette nomenclature, et qui ne peut qu'embrouiller les idées, sans aucun avantage pour le fond de la science (1).

(1) M. Cuvier avait complétement raison : aussi toute ma nomenclature est changée. Je substitue au mot *irritabilité*, le mot *excitabilité*; au mot *sensation*, le mot *perception*. Il y a ainsi trois facultés distinctes : l'*excitabilité*, la *sensibilité*, et la faculté de

Ainsi, de ce que le nerf piqué produit des contractions dans le muscle, il en conclut que le nerf est *irritable*: il est bien clair que, dans cette proposition, il ne nous apprend rien de nouveau, mais qu'il change seulement le sens du mot *irritable*. De ce que le nerf séparé du système ne donne plus de sensation à l'animal, il en conclut que le nerf n'est pas *sensible* : c'est encore là un simple changement de mot, qui ne nous dit rien de plus que ce que nous savions déjà.

M. Flourens reconnaît lui-même qu'il introduit un nouveau langage ; car il dit : « J'appelle *irritabilité* la propriété qu'a le nerf de provoquer le sentiment et le mouvement, sans les éprouver lui-même. » Or, donner à un mot connu un sens nouveau, est toujours un procédé dangereux; et si l'on avait besoin d'exprimer une idée nouvelle, il vaudrait encore mieux inventer un nouveau terme que d'en détourner ainsi un ancien (1).

Ce qui est vrai en ce genre, ce qui est indépendant de toute querelle de mots, c'est que la fibre se contracte, soit lorsqu'on l'irrite immédiatement,

percevoir ou l'*intelligence*. Chaque fait a sa dénomination propre ; et la confusion n'est plus possible, du moins dans les termes.

(1) On vient de voir (dans la note précédente) que je propose le mot *excitabilité*, pour exprimer un fait qui, étant nouveau, exigeait effectivement une dénomination nouvelle.

soit lorsqu'on irrite le nerf; que le nerf est, par conséquent, un *conducteur d'irritation;* c'est que l'animal sent les impressions faites sur les nerfs, quand ceux-ci sont en communication libre avec l'encéphale; que, par conséquent, le nerf est un *conducteur de sensation.*

Voilà les termes dont on pourrait se servir, si l'on voulait renchérir encore sur la rigueur du langage reçu; et ce sont, en effet, ceux dont nous ferons usage dans le reste de ce rapport.

Pour exprimer donc, dans le langage général, les vraies questions que s'est proposées M. Flourens, et qui ne sont peut-être pas assez clairement déterminées dans le titre de son mémoire, nous dirons qu'il a cherché à reconnaître par l'expérience :

1° De quels points du système nerveux l'irritation artificielle peut partir pour arriver au muscle;

2° Jusqu'à quels points de ce système l'impression doit se propager pour produire sensation;

3° De quels points descend l'irritation volontaire, et quelles parties du système doivent être intactes pour la produire régulièrement.

Nous ajouterons que, dans cette première partie, il n'a considéré ces questions que relativement aux animaux vertébrés et à leur système

nerveux de la vie animale, c'est-à-dire au cerveau, à la moelle épinière, et aux nerfs qui en sortent.

Pour les résoudre, l'auteur commence par les nerfs; et, répétant à leur égard les expériences connues, il établit les deux effets généraux de leur irritation, tels que nous venons de les énoncer; il montre d'une manière précise que, pour qu'il y ait contraction, il faut une communication libre et continue du nerf avec le muscle; et que pour la sensation, c'est une communication libre et continue avec l'encéphale qui est nécessaire : il en conclut que, ni la contraction, ni la sensation, n'appartiennent au nerf; que ces deux effets sont distincts; qu'ils peuvent se provoquer indépendamment l'un de l'autre, et que ces propositions sont vraies, à quelque endroit, à quelque rameau du nerf que la communication soit interceptée.

Usant de la même méthode pour la moelle épinière, il arrive à des résultats semblables. Quand on l'irrite en un point, elle donne des contractions à tous les muscles qui prennent leurs nerfs au-dessous de ce point, si les communications sont demeurées libres; elle n'en donne plus, si la communication est coupée. C'est exactement l'inverse pour les sensations; et comme, dans les nerfs, l'empire de la volonté a besoin de la même

liberté de communication que la sensation, les muscles au-dessous de l'endroit intercepté n'obéissent plus à l'animal, et il ne les sent plus. Enfin, si l'on intercepte la moelle en deux points différents, et que l'on irrite l'intervalle compris entre les deux points, les muscles qui reçoivent leurs nerfs de cet intervalle éprouvent seuls des contractions; mais l'animal ne leur commande plus et n'en reçoit aucune sensation.

Nous ne rapporterons pas toutes les combinaisons d'après lesquelles M. Flourens a varié les expériences de cet article; il nous suffit de dire qu'elles conduisent toutes au résultat que nous venons d'exprimer.

L'auteur en conclut que la sensation et la contraction n'appartiennent pas plus à la moelle épinière qu'aux nerfs; et cette conclusion est certaine pour les animaux entiers. Ce serait une grande question de savoir si elle l'est également pour les animaux qui ont perdu leur encéphale, et qui, dans certaines classes, paraissent loin de perdre sur-le-champ toutes leurs fonctions animales; mais c'est une question à laquelle nous aurons occasion de revenir dans la suite de ce rapport, même à l'égard des animaux à sang chaud.

M. Flourens conclut encore d'une partie de ces expériences que c'est par la communication éta-

blie entre tous les nerfs au moyen de la moelle épinière que s'établit ce qu'il appelle la dispersion ou la généralisation des irritations, ou, en d'autres termes, les sympathies générales; mais il n'a pas assez développé cette proposition pour que nous puissions apprécier les raisonnements sur lesquels il l'appuie.

Il arrive enfin à l'encéphale, et c'était dans eette partie centrale du système que l'on pouvait attendre des lumières nouvelles d'expériences mieux dirigées que celles des physiologistes antérieurs.

En effet, bien que Haller et son école aient fait beaucoup d'essais sur le cerveau, pour reconnaître ses propriétés vitales et ce qu'il peut y avoir de spécial dans les fonctions des diverses parties dont cet organe compliqué se compose, on peut dire que ces essais n'ont point donné des résultats assez rigoureux, parce que, d'une part, on ne connaissait pas suffisamment, à cette époque, la connexion des parties de l'encéphale, ni les directions et les communications de leurs fibres médullaires, et que, de l'autre, on ne les isolait point assez dans les expériences. Lorsque l'on comprimait le cerveau, par exemple, on ne savait pas bien sur quel point de l'intérieur la compression avait porté plus fortement; lorsqu'on

y faisait pénétrer un instrument, on n'examinait pas assez jusqu'à quelle profondeur, jusque dans quel organe il s'était introduit. M. Flourens a fait, avec quelque raison, ce reproche aux expériences de Haller, de Zinn et de Lorry, et il a cherché à s'en garantir en opérant principalement par la voie de l'ablation, c'est-à-dire en enlevant, toutes les fois que cela était possible, la partie dont il voulait bien connaître la fonction spéciale.

Pour faire mieux entendre les faits qu'il a obtenus, nous rappellerons en peu de mots l'ensemble et les rapports mutuels des parties dont il s'agit.

On sait aujourd'hui, et surtout par les dernières recherches de MM. Gall et Spurzheim, que la *moelle épinière* est une masse de matière médullaire, blanche à l'extérieur, grise à l'intérieur, divisée longitudinalement en dessus et en dessous par des sillons, dont les deux faisceaux communiquent ensemble au moyen de fibres médullaires transversales; qu'elle est renflée d'espace en espace; qu'elle donne, de chaque renflement, une paire de nerfs; que la *moelle allongée* est la partie supérieure de la moelle épinière enfermée dans le crâne, laquelle donne aussi plusieurs paires de nerfs; que les fibres de

communication de ses deux faisceaux s'y entre-croisent, de manière que celles du droit montent dans le gauche, et réciproquement; que ces faisceaux, après s'être renflés une première fois dans les mammifères par un mélange de matière grise, et avoir formé la proéminence connue sous le nom de *pont de Varole*, se séparent et prennent le nom de *jambes du cerveau*, en continuant de donner des nerfs; qu'ils se renflent une autre fois par un nouveau mélange de matière grise pour former les masses appelées vulgairement *couches optiques*, et une troisième fois, pour former celles que l'on nomme *corps cannelés;* que de tout le bord externe de ces derniers renflements naît une lame plus ou moins épaisse, plus ou moins plissée à l'extérieur, selon les espèces, toute revêtue de matière grise, qui revient en dessus pour les recouvrir, en formant ce que l'on nomme les *hémisphères*, et qui, après s'être recourbée dans leur milieu, s'unit à celle du côté opposé par une ou plusieurs commissures ou faisceaux de fibres transverses, dont la plus considérable, qui n'existe que dans les mammifères, prend le nom de *corps calleux*. On sait encore que sur les jambes du cerveau, en arrière des couches optiques, sont une ou deux paires de renflements plus petits, connus, lorsqu'il y en a deux paires, comme dans

les mammifères, sous le nom de *tubercules quadrijumeaux*, et des premiers desquels paraissent naître les nerfs optiques; que le nerf olfactif est le seul qui ne prenne pas sensiblement son origine dans la moelle ou dans ses piliers; enfin, que le *cervelet*, masse impaire, blanche au-dedans et cendrée au-dehors, comme les hémisphères, mais souvent beaucoup plus divisée par des plis extérieurs, est posé en travers, derrière les tubercules quadrijumeaux, et sur la moelle allongée, à laquelle il s'unit par des faisceaux transversaux qui se nomment les *jambes du cervelet*, et qui s'y insèrent aux côtés du pont de Varole.

C'était dans ces masses si diverses et si compliquées qu'il fallait aller chercher le lieu de départ de l'irritation et le lieu d'arrivée de la sensation; c'était de leur coopération respective dans les actes de la volonté qu'il fallait s'assurer; et c'est ce que M. Flourens a surtout cherché à faire.

Il a examiné d'abord jusqu'où l'on peut remonter pour produire des irritations efficaces sur le système musculaire, et il a trouvé un point où ces irritations restaient impuissantes; prenant alors l'encéphale par sa partie opposée, il l'a irrité de plus en plus profondément, tant qu'il n'agissait pas sur les muscles; et lorsqu'il a commencé à agir, il s'est retrouvé au même endroit

où son action s'était arrêtée en remontant. Cet endroit est aussi celui où s'arrête la sensation des excitations portées sur le système nerveux; au-dessus, les piqûres, les blessures s'exercent sans douleur.

Ainsi, M. Flourens a piqué les *hémisphères* sans produire ni contraction dans les muscles, ni apparence de douleur dans l'animal. Il les a enlevés par couches successives; il a fait la même opération sur le *cervelet;* il a enlevé à la fois les hémisphères et le cervelet : l'animal est resté impassible. Les *corps cannelés*, les *couches optiques* furent attaqués, enlevés, sans plus d'effet; il n'en résulta pas même de contraction de l'iris, et l'iris n'en fut pas non plus paralysé.

Mais lorsqu'il piqua les *tubercules quadrijumeaux*, il y eut un commencement de tremblement et de convulsions, et ce tremblement, ces convulsions s'accrurent d'autant plus qu'il pénétra plus avant dans la moelle allongée. La piqûre de ces tubercules, ainsi que celle du nerf optique, produisit dans l'iris des contractions vives et prolongées.

Ces expériences s'accordent avec celles de Lorry, imprimées dans le IIIe volume des *Mémoires des savants étrangers*. « Ni les irritations du cerveau, dit ce médecin, ni celles du corps

calleux lui-même, ne produisent de convulsions. On peut l'emporter même impunément; la seule partie entre celles qui sont contenues dans le cerveau, qui ait paru capable uniformément et universellement d'exciter des convulsions, c'est la moelle allongée. C'est elle qui les produit, à l'exclusion de toutes les autres parties. »

Elles contredisent celles de Haller et de Zinn, en ce qui concerne le cervelet; mais, d'après ce que M. Flourens a vu et nous a fait voir, il paraît que ces physiologistes avaient touché à la moelle allongée sans s'en apercevoir.

Dans son langage, M. Flourens en conclut que la moelle allongée et les tubercules sont irritables; ce qui, dans le nôtre, signifie qu'ils sont des conducteurs d'irritations, comme la moelle de l'épine et comme les nerfs; mais que ni le cerveau ni le cervelet n'ont cette propriété. L'auteur en conclut aussi que ces tubercules forment la continuation et la terminaison supérieure des moelles épinière et allongée, et cette conclusion est bien conforme à ce qu'annonçaient leurs liaisons et leurs connexions anatomiques.

Les blessures du cerveau et du cervelet ne produisent pas plus de douleurs que de convulsions, et, dans le langage ordinaire, on en conclurait que le cerveau et le cervelet sont insensibles; mais

M. Flourens dit, au contraire, que ce sont les parties sensibles du système nerveux; ce qui signifie simplement que c'est à elles que l'impression reçue par les organes sensibles doit arriver, pour que l'animal éprouve une sensation.

M. Flourens nous a paru bien prouver cette proposition, par rapport aux sens de la vue et de l'ouïe : quand on enlève le lobe cérébral d'un côté à un animal, il ne voit plus de l'œil du côté opposé, bien que l'iris de cet œil conserve sa mobilité; quand on enlève les deux lobes, il devient aveugle, il n'entend plus.

Mais nous ne trouvons pas qu'il l'ait aussi bien prouvée pour les autres sens. D'abord, il n'a fait ni pu faire aucune expérience touchant l'odorat et le goût; ensuite, pour le tact même, ses expériences ne nous paraissent pas concluantes. A la vérité, l'animal ainsi mutilé prend l'air assoupi, il n'a plus de volonté par lui-même, il ne se livre à aucun mouvement spontané; mais, quand on le frappe, quand on le pique, il affecte encore les allures d'un animal qui se réveille. Dans quelque position qu'on le place, il reprend l'équilibre. Si on le couche sur le dos, il se relève; il marche si on le pousse. Quand c'est une grenouille, elle saute si on la touche; quand c'est un oiseau, il vole si on le jette en l'air; il se débat quand on

le gêne; si on lui verse de l'eau dans le bec, il l'avale.

Sans doute, on aura peine à croire que toutes ces actions s'opèrent sans être provoquées par aucune sensation. Il est bien vrai qu'elles ne sont pas raisonnées. L'animal s'échappe sans but; il n'a plus de mémoire, et va se choquer à plusieurs reprises contre le même obstacle : mais cela prouve tout au plus, et ce sont les expressions mêmes de M. Flourens, qu'un tel animal est dans un état de sommeil; or il agit comme fait un homme qui dort : mais nous sommes aussi bien éloignés de croire qu'un homme qui dort, qui se remue en dormant, qui sait prendre dans cet état une position plus commode, soit absolument privé de sensations; et de ce que la perception n'en a pas été distincte et de ce qu'il n'en a pas conservé la mémoire, ce n'est pas une preuve qu'il ne les ait pas eues. Ainsi, au lieu de dire, comme l'auteur, que les lobes cérébraux sont l'organe unique des sensations, nous nous restreindrions dans les faits observés, et nous nous bornerions à dire que ces lobes sont le réceptacle unique où les sensations de la vue et de l'ouïe puissent être consommées et devenir perceptibles pour l'animal (1). Que si nous

(1) Je le répète : M. Cuvier, dans tout ce qu'il dit ici, a com-

voulions encore ajouter à cette attribution, nous dirions qu'ils sont aussi celui où toutes les sensations prennent une forme distincte et laissent des traces et des souvenirs durables; qu'ils servent, en un mot, de siége à la mémoire, propriété au moyen de laquelle ils fournissent à l'animal les matériaux de ses jugements. Cette conclusion, ainsi réduite à de justes termes, deviendrait d'autant plus probable qu'outre la vraisemblance que lui donnent la structure de ces lobes et leurs connexions avec le reste du système, l'anatomie comparée en offre une autre confirmation dans la proportion constante de leur volume avec le degré d'intelligence des animaux.

Après les effets de l'ablation du cerveau proprement dit, M. Flourens examine ceux de l'extirpation des tubercules quadrijumeaux. L'enlèvement de l'un des deux, après un mouvement convulsif qui cesse bientôt, produit pour résultat durable la cécité de l'œil opposé et un tournoiement involontaire; celui des deux tubercules rend la cécité complète et le tournoiement plus

plétement raison. Je substitue, dans cette édition, au mot *sensation*, le mot *perception;* et toutes les difficultés disparaissent. L'animal qui a perdu ses lobes cérébraux n'a pas perdu sa *sensibilité;* il la conserve tout entière; il n'a perdu que la *perception* de ses *sensations*, il n'a perdu que l'*intelligence*.

violent et plus prolongé. Cependant l'animal conserve toutes ses facultés, et l'iris continue d'être contractile. L'extirpation profonde du tubercule, ou la section du nerf optique, paralysent seules l'iris; d'où M. Flourens conclut que l'ablation du tubercule n'agit que comme ferait la section du nerf, que ce tubercule n'est pour la vision qu'un conducteur, et que le lobe cérébral seul est le terme de la sensation et le lieu où elle se consomme, en se convertissant en perception.

Il fait remarquer, au reste, qu'en poussant trop profondément cette extirpation des tubercules, on vient à intéresser la moelle allongée, et qu'il naît alors des convulsions violentes et qui durent long-temps.

Ce que les expériences de M. Flourens nous paraissent avoir de plus curieux et de plus nouveau, c'est ce qui concerne les fonctions du cervelet.

Durant l'ablation des premières couches, il n'a paru qu'un peu de faiblesse et de manque d'harmonie dans les mouvements.

Aux couches moyennes, il s'est manifesté une agitation presque générale. L'animal, tout en continuant de voir et d'entendre, n'exécutait que de mouvements brusques et déréglés. Sa faculté de voler, de marcher, de se tenir debout, se per dai

par degrés. Lorsque le cervelet fut retranché, cette faculté d'exécuter des mouvements réglés avait entièrement disparu.

Mis sur le dos, l'animal ne se relevait plus; il voyait cependant le coup qui le menaçait, il entendait les cris, il cherchait à éviter le danger, et faisait mille efforts pour cela, sans y parvenir : en un mot, il avait conservé la faculté de sentir, celle de vouloir; mais il avait perdu celle de faire obéir ses muscles à sa volonté. A peine réussissait-il à se tenir debout, en s'appuyant sur ses ailes et sur sa queue.

En le privant de son cerveau, on l'avait mis dans un état de sommeil. En le privant de son cervelet, on le mettait dans un état d'ivresse.

« C'est une chose surprenante, dit M. Flourens, de voir le pigeon, à mesure qu'il perd son cervelet, perdre graduellement la faculté de voler; puis, celle de marcher; puis, enfin, celle de se tenir debout; celle-ci même ne se perd que par degrés. L'animal commence par ne pouvoir pas rester d'aplomb sur ses jambes; puis, ses pieds ne suffisent plus à le soutenir. Enfin, toute position fixe lui devient impossible; il fait des efforts incroyables pour arriver à quelque pareille position, sans en venir à bout;... et cependant, lorsque épuisé de fatigue, il semblait vouloir prendre

quelque repos, ses sens étaient si ouverts, que le moindre geste lui faisait recommencer ses contorsions, sans que toutefois il s'y mêlât le moindre mouvement convulsif, aussi long-temps que l'on ne touchait ni sa moelle allongée, ni ses tubercules. »

Nous ne nous souvenons point qu'aucun physiologiste ait fait connaître rien qui ressemblât à ces singuliers phénomènes. Les expériences sur le cervelet des quadrupèdes, et surtout des adultes, sont fort difficiles, à cause des grandes parties osseuses qu'il est nécessaire d'enlever et des grands vaisseaux qu'il faut ouvrir. La plupart des expérimentateurs opéraient, d'ailleurs, d'après quelque système conçu d'avance, et voyaient un peu trop ce qu'ils voulaient voir; et certainement personne ne s'était encore douté que le cervelet fût en quelque sorte le balancier, le régulateur des mouvements de translation de l'animal. Cette découverte, si des expériences répétées avec toutes les précautions convenables en établissent la généralité, ne peut que faire le plus grand honneur au jeune observateur dont nous venons d'analyser le travail.

Au reste, l'Académie a pu juger, comme nous, qu'indépendamment des mutations superflues de langage, et des faits connus que l'auteur était

obligé de reproduire pour donner de l'ensemble à son travail, ce mémoire offre, sur plusieurs de ces anciens faits, des détails plus précis que ceux qu'on possédait, et qu'il en contient d'autres aussi nouveaux que précieux pour la science.

L'intégrité des lobes cérébraux est nécessaire à l'exercice de la vision et de l'ouïe ; lorsqu'ils sont enlevés, la volonté ne se manifeste plus par des actes spontanés. Cependant quand on excite immédiatement l'animal, il exécute des mouvements de translation réguliers, comme s'il cherchait instantanément à fuir la douleur et le malaise ; mais ces mouvements ne le conduisent point à ce but, très probablement parce que sa mémoire, qui a disparu avec les lobes qui en étaient le siége, ne fournit plus de base ni d'éléments à ses jugements. Ces mouvements n'ont point de suite par la même raison ; parce que l'impression qui les a causés ne laisse ni souvenir, ni volonté durable. L'intégrité du cervelet est nécessaire à la régularité des mouvements de translation : que le cerveau subsiste, l'animal verra, entendra, aura des volontés fort apparentes et très énergiques ; mais, si on lui enlève son cervelet, il ne trouvera jamais l'équilibre nécessaire à sa locomotion. Du reste, l'irritabilité subsiste long-temps dans les parties, sans que le cerveau ni le cervelet lui soient nécessaires. Toute

irritation d'un nerf la met en jeu dans les muscles où il se rend. Toute irritation de la moelle la met en jeu dans les membres placés au-dessous de l'endroit irrité. C'est tout-à-fait dans le haut de la moelle allongée, à l'endroit où les tubercules quadrijumeaux lui adhèrent, que cesse cette faculté de recevoir et de propager, d'une part l'irritation, et de l'autre la douleur. C'est à cet endroit au moins que doivent arriver les sensations pour être perçues. C'est de là au moins que doivent partir les ordres de la volonté. Ainsi, la continuité de l'organe nerveux, depuis cet endroit jusqu'aux parties, est nécessaire à l'exécution des mouvements spontanés, à la perception des impressions, soit intérieures, soit extérieures.

Toutes ces conclusions ne sont pas identiques avec celles de l'auteur, et surtout elles ne sont pas rendues dans les mêmes termes. Mais ce sont celles qui nous ont paru résulter le plus rigoureusement des faits qu'il a si bien constatés; elles suffisent sans doute pour vous faire juger de l'importance de ces faits, pour vous engager à témoigner votre satisfaction à l'auteur, et pour que vous l'invitiez à continuer de vous communiquer la suite d'un travail aussi plein d'intérêt.

CHAPITRE III.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS ET LES FONCTIONS DES DIVERSES PARTIES QUI COMPOSENT LA MASSE CÉRÉBRALE (1).

—

§ Ier.

I. J'avais conclu de mes premières expériences touchant les fonctions des lobes cérébraux, que ces lobes sont le réceptacle unique des perceptions.

» L'auteur, » dit à cette occasion M. Cuvier, dans le Rapport qu'on vient de lire sur ces expériences, « l'auteur nous a paru bien prouver cette » proposition pour ce qui concerne les perceptions » de la vue et de l'ouïe... Mais nous ne trouvons pas » qu'il l'ait aussi bien prouvée pour les autres sens. » D'abord il n'a fait ni pu faire aucune expérience

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de l'Institut, dans la séance du 15 septembre 1823.

» touchant l'odorat et le goût; ensuite, pour le » tact même, ses expériences ne nous paraissent » pas concluantes. »

II. Ce qui manquait donc à ma proposition pour être complétement prouvée, c'étaient d'abord des expériences directes sur le goût et sur l'odorat, et ensuite des expériences plus concluantes pour le toucher.

Or, ce sont ces nouvelles expériences qui feront e principal sujet de ce chapitre.

III. Tout le monde aperçoit d'abord l'importance dont il était de laisser vivre, au moins un certain temps, les animaux soumis à l'ablation des lobes cérébraux, afin d'obtenir les résultats de l'expérience dans toute leur plénitude.

En effet, on peut bien s'assurer immédiatement de la perte de certains sens, mais il en est d'autres dont la perte ne devient évidente que par la suite. Ainsi, dès qu'un animal a perdu ses lobes cérébraux, il est manifeste qu'il ne voit ni n'entend plus. Mais comment se convaincre directement qu'il ne flaire ou ne goûte plus ?

Dès qu'un animal, au contraire, a survécu plusieurs mois à l'opération, il est clair, s'il n'use plus d'aucun de ses sens, qu'il les a tous perdus : si l'odorat ne l'avertit plus du voisinage de la nourriture, c'est qu'il n'a plus d'odorat; si le goût ne

l'excite plus à avaler ce qu'on lui met sur la langue ou sur le bout du bec, s'il ne l'avertit plus de la qualité de ce qu'on y met, il a perdu le goût.

§ II.

I. J'enlevai les deux lobes cérébraux à la fois sur une belle et vigoureuse poule.

Cette poule, privée de ses deux lobes, a vécu dix mois entiers dans la plus parfaite santé, et vivrait sûrement encore, si, au moment de mon retour à Paris, je n'avais été obligé de l'abandonner.

Durant tout ce temps, je ne l'ai pas perdue un seul jour de vue; j'ai passé, chaque jour, bien des heures à l'observer; je l'ai étudiée dans toutes ses habitudes; je l'ai suivie dans toutes ses démarches; j'ai noté toutes ses allures: et voici le résumé des observations que m'a fournies cette longue étude.

II. A peine eus-je enlevé les deux lobes cérébraux, que la vue fut soudain perdue des deux yeux. L'animal n'entendait plus, ne donnait plus aucun signe de volonté; mais il se tenait parfaitement d'aplomb sur ses jambes; il marchait quand on l'irritait ou qu'on le poussait; quand on le jetait

III. Je saute maintenant plusieurs articles de mon journal, et j'arrive tout d'un coup au deuxième mois de l'opération.

La poule jouit d'une santé parfaite : comme je la nourris avec beaucoup de soin, elle a beaucoup engraissé. Elle dort toujours beaucoup, et quand elle ne dort pas pleinement, elle est assoupie.

Depuis plusieurs jours, les fragments osseux du crâne, exposés à l'air, s'exfolient et tombent. La cicatrice fait des progrès rapides.

IV. Cinq mois après l'opération.—Je n'ai jamais vu de poule plus grasse ni plus fraîche que celle-ci. La plaie du crâne est entièrement cicatrisée : une peau fine, blanche et lisse en revêt toute la surface; et au-dessous de cette peau se forme une nouvelle couche osseuse qui, quoique encore mince, est pourtant solide.

V. J'ai laissé jeûner cette poule à plusieurs reprises jusqu'à trois jours entiers. Puis, j'ai porté de la nourriture sous ses narines, j'ai enfoncé son bec dans le grain, je lui ai mis du grain dans le bout du bec, j'ai plongé son bec dans l'eau, je l'ai placée sur des tas de blé. Elle n'a point odoré, elle n'a point avalé, elle n'a point bu, elle est restée immobile sur ces tas de blé, et y serait assurément morte de faim si je n'eusse pris le parti de revenir à la faire manger moi-même.

Vingt fois, au lieu de grain, j'ai mis des cailloux dans le fond de son bec; elle a avalé ces cailloux comme elle eût avalé du grain.

Enfin, quand cette poule rencontre un obstacle sur ses pas, elle le heurte, et ce choc l'arrête et l'ébranle; mais choquer un corps n'est pas le toucher. Jamais la poule ne palpe, ne tâtonne, n'hésite dans sa marche; elle est choquée et choque, mais ne touche pas.

Ainsi donc, la poule sans lobes a réellement perdu, avec la vue et l'ouïe, l'odorat, le goût et le tact. Cependant nul de ces sens, ou, pour mieux dire, nul organe de ces sens n'a été directement atteint. L'œil est parfaitement clair, net, et son iris mobile. Il n'a été touché ni à l'organe de l'ouïe, ni à celui du goût (1), ni à celui du tact. Chose admirable! tous les organes des sens subsistent, et toutes les perceptions sont perdues. Ce n'est donc pas dans ces organes que résident les perceptions (2).

Finalement, la poule sans lobes a donc perdu tous ses sens ; car elle ne voit, ni n'entend, ni

(1) On verra plus loin les précautions que j'ai prises, sur d'autres poules, en enlevant les lobes cérébraux, pour ne point blesser les bulbes olfactifs, siége présumé du sens de l'odorat.

(2) Même pour les actions propres de ces organes.

n'odore, ni ne goûte, ni ne touche absolument rien.

Elle a perdu tous ses instincts : car elle ne mange plus d'elle-même à quelque jeûne qu'on la soumette, elle ne se remise plus à quelque intempérie qu'on l'expose, jamais elle ne se défend contre les autres poules, elle ne sait plus ni fuir, ni combattre, il n'y a plus d'attrait pour la génération, les caresses du mâle sont ou indifférentes ou inaperçues;

Elle a perdu toute intelligence : car elle ne veut, ni ne se souvient, ni ne juge plus;

Les lobes cérébraux sont donc le réceptacle unique des perceptions, des instincts, de l'intelligence.

VI. J'oppose tout de suite à cette longue observation, celle d'une poule rendue aveugle par l'extirpation des seuls tubercules bijumeaux.

VII. Quoique complétement privée de sa vue, cette poule, les trois ou quatre premiers jours de l'opération passés, allait, venait, se dirigeait, entendait, se souvenait, cherchait sa nourriture, la choisissait, grimpait tous les soirs vers la même heure sur la même table pour s'y coucher; elle recevait les caresses du mâle et y répondait; elle se détournait des objets qu'elle rencontrait, et, à moins qu'on ne l'effrayât, elle prenait si bien ses

mesures, et avançait avec tant de precaution qu'elle semblait sentir les objets avant même de les atteindre.

Elle becquetait en marchant (une poule privée de ses lobes ne becquète plus): en becquetant, rencontrait-elle un bon grain, elle l'avalait; un mauvais, elle le rejetait.

Elle connaissait très bien les endroits où le manger était ordinairement placé, se souvenait des heures où il y était porté, et ne manquait pas de s'y rendre dès qu'elle avait faim. Si je déplaçais le manger, elle n'avait plus de repos qu'elle n'eût reconnu le nouvel endroit où je l'avais mis.

Ce curieux animal se conduisait, en un mot, dans toutes les circonstances, avec une intelligence d'autant plus fine, plus continue, plus apparente, qu'ayant perdu la vue, il était obligé de suppléer à cette perte par tout ce que ses autres sens, guidés par ses facultés intellectuelles, lui pouvaient fournir de ressources.

VIII. Rien, ce me semble, ne prouve mieux que cette opposition de tous points complète entre la poule privée de ses tubercules et la poule privée de ses lobes, combien, en perdant les premiers, on ne perd que la vue, et combien, en perdant les seconds, on perd tout à la fois, au

contraire, toutes les perceptions et toutes les facultés intellectuelles.

IX. On a déjà vu, dans un précédent chapitre, cette opposition frappante manifestée par deux pigeons, privés, l'un de ses lobes, et l'autre de ses tubercules.

X. Pour soumette cette opposition à une nouvelle épreuve, je retranchai les deux lobes cérébraux sur deux pigeons, et les deux tubercules bijumeaux sur deux autres.

Je plaçai ensuite ces quatre pigeons dans le même appartement, que j'eus soin de tenir bien approvisionné.

Les deux premiers pigeons se laissèrent mourir de faim; les deux autres surent très bien trouver leur nourriture, la choisir, et en manger beaucoup.

XI. J'enlevai, sur une poule, le lobe cérébral droit; soudain la vue fut perdue de l'œil gauche. j'enlevai le tubercule bijumeau gauche, et la vue fut perdue de l'œil droit.

Cette poule, ainsi rendue aveugle, d'un côté par l'ablation du lobe cérébral, par l'ablation du tubercule bijumeau de l'autre, vécut à peu près deux mois.

Elle entendait bien; donnait les signes les plus

évidents d'intelligence et de volonté raisonnée; ne marchait que très rarement; et quand on l'excitait à marcher, se bornait à faire quelques pas avec une circonspection extrême, le cou tendu, la tête fixe, tout le corps attentif à la plus légère impression des objets extérieurs.

Du reste, elle savait trouver sa nourriture, la choisir, et se nourrir conséquemment d'elle-même.

XII. On pouvait objecter aux expériences qui précèdent de n'être pas tout-à-fait concluantes pour le sens de l'odorat, vu que les bulbes olfactifs, en lesquels ce sens réside, perdent toujours leurs racines par l'ablation complète des lobes cérébraux.

XIII. J'enlevai donc, sur une poule, les deux lobes cérébraux, en respectant avec le plus grand soin les couches inférieures de ces lobes auxquelles les racines des bulbes olfactifs adhèrent.

Cette poule, ainsi privée de ses lobes, a vécu plus de six mois; et, à quelque épreuve que je l'aie soumise durant tout ce temps, il n'a jamais paru dans toute sa conduite le moindre indice d'où l'on pût conclure qu'elle odorât.

On trouvera l'histoire de cette poule dans un autre chapitre; et l'on verra tout-à-l'heure, en outre, que les animaux auxquels on n'a enlevé que les

parties supérieures des lobes cérébraux, et sur lesquels par conséquent les bulbes olfactifs sont restés entiers, n'en perdent pas moins l'odorat avec tous les autres sens, pourvu toutefois que l'ablation dépasse certaines limites.

Au surplus, la poule sans lobes dont il est ici question, ne becquetait, ni ne mangeait, ni ne voyait, ni n'entendait, ni ne donnait aucun signe de volonté : cependant, une excitation immédiate l'ébranlait toujours, et cette excitation, lorsqu'elle était assez forte, déterminait des mouvements réglés et coordonnés.

Mais ces mouvements, quelque réglés qu'ils fussent, étaient toujours sans but, sans suite, sans résultat.

XIV. On sait que les oiseaux essaient presque toujours leur nourriture par le bout du bec avant de la porter dans l'arrière-bouche ; non seulement les oiseaux, privés de leurs lobes cérébraux, ne font plus de pareils essais, mais ils ne mangent plus, ils ne becquètent même plus.

XV. On sait encore que les animaux, surtout les carnassiers, ont l'habitude, en courant de côté et d'autre, de flairer partout; dès qu'ils ont perdu leurs lobes, ils ne flairent plus.

XVI. On juge qu'un animal ne jouit plus d'un sens, quand il n'use plus de ce sens.

Un animal ne voit plus, quand il va se heurter contre tout ce qu'il rencontre; il n'entend plus, quand aucun bruit ne l'émeut; il n'odore plus, quand aucune odeur ne l'attire ou ne le repousse; il ne goûte plus, quand aucune saveur ne le flatte ou ne le chagrine; il ne tâte, il ne palpe, il ne touche plus enfin, quand il ne distingue plus aucun corps, se heurte obstinément contre tous, et marche ou s'avance sur tous indifféremment.

Un animal qui touche réellement un corps, le juge; un animal qui ne juge plus ne touche donc plus.

XVII. Les animaux, privés de leurs lobes cérébraux, n'ont donc plus ni perception, ni jugement, ni souvenir, ni volonté : car il n'y a volonté qu'autant qu'il y a jugement; jugement, qu'autant qu'il y a souvenir; souvenir, qu'autant qu'il y a eu perception. Les lobes cérébraux sont donc le siége exclusif de toutes les perceptions et de toutes les facultés intellectuelles.

XVIII. Mais toutes ces perceptions et toutes ces facultés occupent-elles le même siége dans ces organes? ou bien y a-t-il, pour chacune d'elles, un siége différent de celui des autres?

XIX. Voici quelques expériences qui résolvent pleinement, à ce qu'il me semble, cette difficulté.

§ III.

I. J'enlevai, sur un pigeon, par couches successives et ménagées, toute la portion antérieure du lobe cérébral droit, et toute la portion supérieure et moyenne du gauche.

La vue s'affaiblit de plus en plus et petit à petit, à mesure que j'avançai, et ne fut totalement perdue des deux côtés qu'à la suppression des couches voisines du noyau central des deux lobes.

Mais, du moment qu'elle fut perdue, l'audition le fut aussi; et, avec l'audition et la vue, toutes les facultés intellectuelles et perceptives.

II. J'enlevai sur un autre pigeon, par couches également successives et ménagées, toute la portion extérieure et postérieure des deux lobes cérébraux, jusqu'à quelques lignes du noyau central de ces lobes.

A mesure qu'avançait cette ablation, la vue s'affaiblissait graduellement et sensiblement; l'audition s'affaiblissait comme la vue; toutes les autres facultés, comme l'audition et la vue; et dès que l'une d'elles fut tout-à-fait perdue, elles le furent toutes.

III. Enfin, sur un troisième pigeon, je dépouillai, pour ainsi dire, et je mis à nu le noyau

central des deux lobes, par l'ablation successive et graduelle de toutes les couches supérieures, postérieures et antérieures.

A chaque nouvelle couche, la vue perdit de son énergie; et dès que l'animal ne vit plus, il n'entendit plus, il ne voulut plus, ne se souvint plus, ne jugea plus, et fut absolument dans le même cas qu'un animal totalement privé de ses lobes.

IV. Ainsi, 1° on peut retrancher, soit par devant, soit par derrière, soit par en haut, soit par côté, une portion assez étendue des lobes cérébraux, sans que leurs fonctions soient perdues. Une portion assez restreinte de ces lobes suffit donc à l'exercice de leurs fonctions.

2° A mesure que ce retranchement s'opère, toutes les fonctions s'affaiblissent et s'éteignent graduellement; et, passé cetaines limites, elles sont tout-à-fait éteintes. Les lobes cérébraux concourent donc par tout leur ensemble à l'exercice plein et entier de leurs fonctions.

3° Enfin, dès qu'une perception est perdue, toutes le sont; dès qu'une faculté disparaît, toutes disparaissent. Il n'y a donc point de siéges divers ni pour les diverses facultés, ni pour les diverses perceptions. La faculté de percevoir, de juger, de vouloir une chose, réside dans le même

lieu que celle d'en percevoir, d'en juger, d'en vouloir une autre; et conséquemment cette faculté, essentiellement une, réside essentiellement dans un seul organe.

V. Les divers organes des sens n'en ont pas moins chacun une origine distincte dans la masse cérébrale. On a déjà vu que le principe primordial de l'action de la rétine et du jeu de l'iris dérive des tubercules bijumeaux. Pareillement, les sens du goût, de l'odorat, de l'ouïe, tirent, comme la vue, leur origine particulière du renflement particulier qui donne naissance à leurs nerfs.

VI. On peut donc, en détruisant séparément chacune de ces origines particulières, détruire séparément chacun des quatre sens qui dérivent d'elles; et l'on peut, au contraire, détruire, sinon tous ces sens, du moins tout leur résultat, d'un seul coup, par la seule destruction de l'organe central où leurs sensations se transforment en perceptions.

§ IV.

I. On vient de voir qu'il est possible de retrancher une certaine portion des lobes cérébraux, sans que ces lobes perdent complétement leurs fonctions; il y a plus : ils peuvent les recouvrer

en entier après les avoir complétement perdues.

II. Je dépouillai, sur un pigeon, le noyau central des deux lobes, par couches graduelles et successives; et je m'arrêtai aussitôt que, par l'effet de cette dénudation, l'animal eut perdu l'usage de tous ses sens et de toutes ses facultés intellectuelles.

Dès le premier jour, les deux lobes cérébraux mutilés devinrent énormes: leur tuméfaction diminua dès le second; elle avait presque disparu dès le troisième. Le pigeon commença dès lors à réacquérir peu à peu la vue, l'ouïe, le jugement, la volition, et le reste : au bout de six jours il eut réacquis le tout; et, ce qui doit surtout être remarqué, dès qu'il eut recouvré l'une de ses facultés, il les eut recouvrées toutes.

III. Sur un autre pigeon, je portai un peu plus loin ce dépouillement : l'animal perdit, comme le précédent, toutes ses facultés intellectuelles et perceptives; mais il ne les recouvra plus jamais qu'imparfaitement.

IV. Sur un troisième pigeon, je poussai ce dépouillement plus loin encore : et, pour le coup, toutes ces facultés furent sans retour perdues.

V. Ainsi, pourvu que la perte de substance éprouvée par les lobes cérébraux ne dépasse pas certaines limites, ces lobes recouvrent, au bout

d'un certain temps, l'exercice de leurs fonctions; passé ces premières limites, ils ne le recouvrent plus qu'imparfaitement; et passé ces nouvelles limites encore, ils ne le recouvrent plus du tout. Enfin, dès qu'une perception revient, toutes reviennent; dès qu'une faculté reparaît, toutes reparaissent.

§ V.

I. J'enlevai, par couches successives, toute la moitié supérieure du cervelet sur un jeune coq.

L'animal perdit aussitôt toute stabilité, toute régularité dans ses mouvements; et sa démarche chancelante et bizarre rappelait tout-à-fait la démarche de l'ivresse.

Quatre jours après, l'équilibre était moins troublé, la démarche plus ferme et plus assurée.

Quinze jours après, l'équilibre était totalement rétabli.

II. J'enlevai, sur un pigeon, à peu près la moitié du cervelet; et je retranchai cet organe en entier sur une poule.

Au bout de quelque temps, le pigeon eut repris tout son équilibre; la poule ne le reprit jamais: elle survécut pourtant plus de quatre mois à l'opération.

III. J'enlevai les couches supérieures du tuber-

cule bijumeau droit sur un pigeon, et les cou ches supérieures du gauche sur un autre.

Dès le quatrième jour, chacun de ces pigeons vit un peu de l'œil qu'il avait perdu; à dater de cette époque, il en vit chaque jour davantage; il en vit tout-à-fait quelques jours après.

IV. Les tubercules bijumeaux et le cervelet partagent donc, avec les lobes cérébraux, le double privilége et de réacquérir leurs facultés après les avoir perdues, et de les réacquérir intégralement, quoiqu'ils ne soient plus entiers.

§ VI.

I. En résultat final, cette dégradation immédiatement complète de l'organe par une seule de ses parties; cette restitution complète de la fonction par une seule partie de l'organe; tout cela montre bien que chacun de ces organes ne forme qu'un seul organe : car l'altération d'un seul point altère tout, et la conservation d'un seul point restitue tout.

II. Tout cela est, en outre, une contre-épreuve bien décisive de mes premières expériences. Puisque chaque fonction se maintient, s'altère ou se restitue avec un organe donné, elle appartient donc à cet organe: puisque chaque organe n'altère,

ne maintient ou ne restitue qu'une seule fonction propre et déterminée, il n'y a donc que celle-là qui lui appartienne. Les fonctions de ces organes sont donc bien distinctes; ils sont donc bien distincts aussi; et chaque organe, comme chaque fonction, constitue un organe ou une fonction bien propre et bien spécifique.

§ VII.

1. Je mis à nu les deux lobes cérébraux, à la fois, sur une forte poule.

Je fendis ensuite le droit en travers et le gauche en long; mais tous deux également dans toute leur étendue, dans toute leur profondeur, et tous deux également dans leur région moyenne.

L'animal éprouva sur-le-champ les mêmes phénomènes que s'il eût été totalement privé de ses deux lobes; c'est-à-dire qu'il perdit aussitôt toute perception et toute faculté intellectuelle.

Durant les six premiers jours, il n'entendait, ni ne voyait, ni ne donnait aucun signe de volition. Presque toujours endormi ou assoupi, il ne bougeait qu'autant qu'on l'irritait.

Les deux lobes étaient très tuméfiés.

Le septième jour, l'animal commençait à aller et venir de lui-même; il entendait déjà, quoique

faiblement : il voyait un peu de l'œil droit, c'est-à-dire de l'œil opposé au lobe fendu longitudinalement, mais il ne voyait point du gauche.

La tuméfaction des lobes avait diminué beaucoup.

Le huitième jour, la poule reprend l'usage de ses sens et de ses facultés avec une rapidité étonnante ; elle entend déjà très bien, voit très bien de l'œil droit, mais non du gauche ; elle marche beaucoup, est moins souvent et moins long-temps endormie : jusqu'ici il avait fallu la nourrir, maintenant elle commence à chercher sa vie ; elle becquète et boit.

La tuméfaction des lobes est dissipée.

Le douzième jour, la poule a repris tous ses sens et toutes ses facultés, hors la vue de l'œil gauche.

Le cinquantième jour, la poule ne diffère en aucune manière d'une poule qui n'aurait subi aucune opération. Une seule chose lui manque toujours, c'est la vue de l'œil gauche ; vue qu'elle n'a jamais recouvrée, bien qu'elle ait survécu plus de six mois à l'opération.

II. On a vu plus haut combien d'un seul sens perdu par le fait des lobes cérébraux, on peut conclure infailliblement la perte de tous les autres sens et de toutes les facultés intellectuelles.

Il n'y avait donc pas à douter ici que le lobe opposé à l'œil dont la poule ne voyait plus, ne fût aussi totalement privé du reste de ses fonctions.

En effet, j'enlevai le lobe opposé à l'œil dont il voyait; et l'animal fut tout aussitôt dans le même cas qu'un animal qui a perdu ses deux lobes.

III. Je fis, sur une autre poule, l'expérience inverse. Je fendis le lobe cérébral droit longitudinalement, et d'un bout à l'autre: l'animal perdit soudain la vue de l'œil gauche. Mais, dès le septième jour, il commença à revoir de cet œil; il en voyait tout-à-fait bien le huitième.

Je supprimai alors le lobe cérébral gauche en entier.

En reprenant la vue de l'œil gauche, l'animal avait aussi repris en même temps et tous ses autres sens et toutes ses facultés intellectuelles.

IV. Sur un jeune coq, je fendis longitudinalement et d'un bout à l'autre les deux lobes cérébraux.

Tout aussitôt ces deux lobes se tuméfièrent énormément, et l'animal perdit toutes ses facultés intellectuelles et perceptives.

Puis la tuméfaction se dissipa peu à peu; l'animal reprit peu à peu toutes les facultés qu'il avait perdues: au bout de sept à huit jours, il les eut toutes reprises.

V. Sur un autre jeune coq, je fendis les deux lobes cérébraux transversalement, toujours dans leur région moyenne, et toujours d'un bout à l'autre.

L'animal perdit soudain tous ses sens et toutes ses facultés, et tous ces sens et toutes ces facultés furent perdus sans retour. Il survécut pourtant plusieurs mois à l'opération.

VI. Je fendis, sur un pigeon, le cervelet en long; je le fendis en travers sur un autre.

Sur ces deux pigeons, le cervelet se tuméfia d'abord beaucoup; l'équilibre de la marche, de la station, du vol, fut d'abord singulièrement troublé: mais, au bout de quelques jours, la tuméfaction disparut; l'équilibre se rétablit; et les deux pigeons marchèrent, volèrent, se tinrent debout comme à l'ordinaire.

VII. Je fendis transversalement le cervelet d'une poule : elle perdit aussitôt l'équilibre; elle l'avait réacquis douze jours après.

VIII. Sur une autre poule, je fendis le cervelet longitudinalement. L'animal perdit d'abord l'équilibre; il le réacquit ensuite.

IX. Ainsi, les sections longitudinales des lobes cérébraux, quels qu'en soient le siége et l'étendue, sont bientôt suivies de réunion de l'organe avec restitution entière de la fonction; tandis que les

sections transversales ne sont jamais suivies ni de la réunion de l'organe ni du retour de la fonction, lorsqu'elles dépassent une certaine étendue et occupent un certain siége.

Les sections transversales du cervelet, au contraire, sont tout aussi bien suivies de restitution parfaite et de l'organe et de la fonction que les sections longitudinales.

X. La raison de cette différence est palpable : une section transversale des lobes cérébraux, quand elle est complète (et il ne s'agit ici que de celles-là), sépare complétement une portion de l'organe de ses racines ; et cette portion, ainsi séparée, meurt. Une pareille section équivaut donc à une véritable perte de substance ; et, comme on l'a déjà vu, une perte de substance quand elle dépasse certaines limites, destitue sans retour l'organe de ses fonctions.

XI. Dans le cervelet, au contraire, une section transversale ne sépare pas plus une portion de l'organe de ses racines que ne le ferait une section longitudinale : les deux portions divisées transversalement peuvent donc aussi se rejoindre, et cette jonction ramener l'exercice de la fonction.

§ VIII.

I. Il me resterait bien des faits à joindre à ceux qui précèdent.

II. J'ajoute seulement ici que tout ce qu'on a dit d'une prétendue régénération de substance, dans les plaies du cerveau, n'est aucunement fondé. Ce qui sans doute a pu faire imaginer une pareille régénération, c'est la tuméfaction énorme qu'éprouvent d'abord les parties cérébrales blessées : tuméfaction telle qu'on dirait, au premier aspect, que plus on retranche de ces parties, plus il en pousse. Mais, au bout de quelque temps, la tuméfaction disparaît; les parties reviennent à leur volume naturel; et l'on voit bien alors que tout ce qui a été enlevé manque, et ne se reproduit plus, quelque temps que l'animal survive à l'opération.

§ IX.

Conclusion générale de ce chapitre.

1° Les lobes cérébraux sont le siége exclusif des perceptions et des volitions.

2° Toutes ces perceptions, toutes ces volitions, occupent le même siége dans ces organes; la fa-

culté de percevoir, de concevoir, de vouloir, ne constitue donc qu'une faculté essentiellement une.

3° Les lobes cérébraux, le cervelet, les tubercules bijumeaux, peuvent perdre une portion de leur substance sans perdre l'exercice de leurs fonctions : ils peuvent le réacquérir après l'avoir totalement perdu.

4° En dernière analyse, les lobes cérébraux, le cervelet, les tubercules bijumeaux, la moelle allongée, la moelle épinière, les nerfs, toutes ces parties essentiellement diverses du système nerveux ont toutes des propriétés spécifiques, des fonctions propres, des effets distincts; et, malgré cette merveilleuse diversité de propriétés, de fonctions, d'effets, elles n'en constituent pas moins un système unique.

Un point excité du système nerveux excite tous les autres; un point énervé les énerve tous; il y a communauté de réaction, d'altération, d'énergie. L'unité est le grand principe qui règne : il est partout, il domine tout. Le système nerveux ne forme donc qu'un système unique.

CHAPITRE IV.

DÉLIMITATION DE L'EFFET CROISÉ DANS LE SYSTÈME NERVEUX.

§ Ier.

I. C'est une opinion, depuis Hippocrate si générale qu'on peut la dire presque universelle, que, dans les plaies du cerveau, la convulsion est toujours du côté blessé, et la paralysie, au contraire, du côté opposé à la blessure.

II. Haller a cru cette opinion d'Hippocrate confirmée par ses expériences. Il ajoute pourtant, avec sa savante réserve accoutumée : « Je souhaiterais que cette partie de mes expériences fût plus constatée, et je ne hasarderais pas encore de la donner pour évidente (1). »

III. Lorry semble plus sûr de ce qu'il avance, lorsqu'il dit que, dans les blessures de la moelle allongée, la convulsion est toujours du côté piqué, et la paralysie de l'autre (2).

(1) *Mémoires sur la nature sensib. et irritab. des parties du corps anim.*; tom. I, pag. 205.

(2) Acad. des sciences; *Mémoires des sav. étr.*, tom. III.

IV. On verra bientôt, par ce qui va suivre, combien le doute de Haller était fondé, l'expérience de Lorry incomplète, les observations d'Hippocrate complexes et conséquemment équivoques.

§ II.

I. Le retranchement d'un seul lobe cérébral s'accompagne toujours, ainsi qu'on l'a déjà vu, d'une faiblesse plus marquée dans le côté du corps opposé à ce lobe.

Avec le retranchement du lobe cérébral droit, par exemple, coïncide constamment une plus grande faiblesse du côté gauche; et, avec le retranchement du lobe gauche, une plus grande faiblesse du côté droit.

II. Il importait de savoir si cet *effet croisé* s'étend à tout le système nerveux; ou, s'il ne s'y étend pas, à quelles parties il se borne, et à quelles il est remplacé par l'*effet direct*.

Tel a été l'objet des expériences suivantes.

§ III.

I. J'ai mis à nu, sur un pigeon, tout le renflement médullaire postérieur; après quoi j'ai irrité, tour à tour et séparément, les deux moitiés latérales de ce renflement.

A l'irritation de la moitié latérale droite ont constamment répondu des convulsions dans la jambe droite; et à l'irritation de la moitié latérale gauche, des convulsions dans la jambe gauche.

Les irritations du centre en déterminaient surtout dans la région médiane et caudale.

II. J'ai découvert le renflement antérieur, sur un autre pigeon, et puis j'en ai irrité séparément les deux moitiés latérales.

A l'irritation de la moitié droite a constamment répondu l'agitation de l'aile droite; à celle de la moitié gauche, l'agitation de l'aile gauche; à l'irritation du centre, l'agitation des parties caudales.

III. J'ai mis à nu, sur un troisième pigeon, toute l'étendue de moelle épinière comprise entre les deux renflements.

Pareillement, les irritations de la moitié droite ont toujours provoqué des convulsions à droite; celles de la moitié gauche, à gauche; celles du centre, au centre.

De plus, lorsque j'irritais à une égale distance des deux renflements, les convulsions se manifestaient également aux jambes et aux ailes;

Lorsque, au contraire, j'irritais en-deçà ou au-delà de ce point mitoyen, les convulsions prédominaient, ou même, si l'irritation était légère, se

bornaient aussitôt ou aux jambes ou aux ailes, selon que le point irrité était plus voisin des unes ou des autres (1).

IV. J'ai découvert, sur un quatrième pigeon, toute la moelle cervicale, depuis le renflement antérieur jusqu'à l'occiput.

Les irritations d'à droite ont toujours répondu à droite; celles d'à gauche, à gauche; et celles du centre, au centre.

V. La convulsion est donc toujours du *côté irrité* dans la moelle épinière.

§ IV.

I. J'ai mis derechef à nu, sur un autre pigeon, le renflement médullaire postérieur; j'en ai complétement isolé les deux moitiés latérales par une section médiane, et puis j'ai coupé toute la moitié droite en respectant la gauche : la jambe droite seule a été perdue.

II. J'ai coupé la moitié gauche seulement, sur un autre pigeon : la jambe gauche seule a été perdue.

III. J'ai mis le renflement antérieur à nu : la

(1) C'est ce qui a toujours lieu. L'effet de l'irritation *remonte* aussi bien qu'il *descend* dans la moelle épinière; et c'est pourquoi la moelle épinière est, ainsi que je l'ai dit ci-devant, l'instrument des *sympathies générales*.

section de la moitié droite a paralysé l'aile droite; et la section de la moitié gauche, la gauche.

IV. La paralysie est donc toujours du côté mutilé, comme la contraction du côté irrité; il n'y a donc point d'*effet croisé* dans la moelle épinière.

§ V.

I. Je passe à l'examen de la masse cérébrale.

II. Le cervelet d'un pigeon étant mis à nu, j'ai soumis à des piqûres superficielles tout le côté droit de ce cervelet. Il a paru sur-le-champ une faiblesse assez marquée du côté gauche.

III. J'ai retranché, par couches successives, tout le côté gauche du cervelet d'un second pigeon. La faiblesse du côté droit s'est accrue visiblement comme s'aggravaient les mutilations.

IV. J'ai, sur un troisième pigeon, borné la mutilation aux parties médianes du cervelet. L'affaiblissement a été à peu près égal des deux côtés.

V. Je ne reviendrai pas ici sur le croisement de faiblesse qui, comme on l'a déjà vu, accompagne toujours le retranchement d'un seul lobe cérébral. Ce croisement est suffisamment connu par mes précédentes expériences.

VI. J'ai enlevé le tubercule bijumeau gauche,

sur un pigeon; et la faiblesse a prédominé du côté droit.

VII. J'ai enlevé le tubercule droit, sur un autre pigeon; et la faiblesse a prédominé du côté gauche.

VIII. J'ajoute que les irritations du tubercule droit déterminaient toujours aussi des convulsions à gauche, et celles du gauche à droite.

IX. J'ai découvert enfin la moelle allongée, sur un pigeon, par le retranchement préalable du cervelet, et j'en ai ensuite irrité séparément les deux moitiés latérales.

Les irritations de la moitié droite ont constamment provoqué des convulsions à droite; celles de la moitié gauche, à gauche; celles du centre, à la queue.

X. J'ajoute pareillement que les mutilations de la moitié droite affaiblissaient surtout le côté droit; celles de la moitié gauche, le côté gauche; celles du centre, la queue.

XI. Pour bien mettre dans tout son jour cette singulière opposition d'effet entre la moelle allongée et les tubercules bijumeaux, je découvris, sur un pigeon, cette moelle et ces tubercules, en enlevant le cervelet qui recouvre la première, et la portion postérieure des lobes cérébraux qui cache les seconds.

Cela fait, j'irritai tour à tour et séparément ces diverses parties.

Or, voici ce que j'observai.

Quand j'irritais le tubercule d'un côté, je provoquais toujours des convulsions du côté opposé; quand j'irritais, au contraire, la moelle d'un côté, c'était toujours du même côté que s'opéraient les convulsions.

Par exemple, les irritations du tubercule droit ne décidaient des convulsions qu'à gauche; celles du gauche, qu'à droite; et les irritations, au contraire, de la moelle droite n'en déterminaient qu'à droite, et celles de la gauche qu'à gauche.

XII. « Dans les piqûres de la moelle allongée, » dit Lorry, j'ai toujours vu un commencement » de paralysie se former du côté opposé à celui où » était la blessure, et des convulsions du côté qu'on » avait irrité (1). »

Tout le monde voit maintenant l'explication de ce fait si remarquable et si long-temps révoqué en doute par les physiologistes. Dans ses expériences, Lorry produisait tout à la fois *paralysie du côté opposé à la piqûre, et convulsion du côté piqué*, parce qu'il n'isolait point la moelle allongée du cervelet : l'*effet croisé* du cervelet devait

(1) *Mémoires des sav. étr.*, tom. III, pag. 375.

XIV. En résumé, les lobes cérébraux et le cervelet ont *un effet croisé et simplement de paralysie;* les moelles épinière et allongée, *un effet direct double et de convulsion et de paralysie;* les tubercules bijumeaux, *un effet croisé double et de paralysie et de convulsion.*

XV. Ainsi, qu'un seul lobe cérébral, ou qu'un seul côté du cervelet soit atteint, il y aura simplement paralysie du côté opposé à la partie blessée; qu'on ne blesse qu'un seul côté des moelles épinière ou allongée, il y aura (selon le degré de la lésion) paralysie ou convulsion du côté lésé; qu'on ne blesse qu'un seul tubercule bijumeau, et il y aura (selon le degré de la lésion encore) (1) paralysie ou convulsion du côté opposé à la blessure.

Au contraire, qu'on blesse tout à la fois et un lobe cérébral et le côté correspondant de la moelle allongée (2), il y aura tout à la fois paralysie du

(1) Je dis *selon le degré de la lésion*, parce que, comme on vient de le voir, une lésion déterminée des *parties excitatrices de contraction* (c'est-à-dire, de la moelle épinière, de la moelle allongée et des tubercules bijumeaux) excite la contraction; tandis qu'une lésion assez profonde pour détruire le tissu de ces parties la paralyse et l'abolit.

(2) Bien entendu que la *lésion* n'ira pas jusqu'à détruire le tissu de la moelle allongée; cas auquel, comme je viens de le dire, ce serait la paralysie, et non la convulsion, qui serait la suite de cette *lésion*, ou, plus exactement, de cette *destruction.*

côté opposé à la piqûre et convulsion du côté piqué; qu'on blesse un seul côté du cervelet et un seul côté de la moelle allongée (toujours la correspondance de côté observée), il y aura encore paralysie du côté opposé à la lésion et convulsion du côté lésé; qu'on blesse enfin, ou un seul lobe cérébral, ou un seul côté du cervelet, conjointement avec le tubercule bijumeau du même côté, et la paralysie et la convulsion seront toutes deux du côté opposé à la blessure.

XVI. La paralysie peut donc exister seule; elle peut se joindre aux convulsions; elle peut être directe ou croisée, du même côté ou du côté opposé à la convulsion (1) : le genre d'effet propre à la lésion de chaque partie une fois connu, tous les cas de combinaison possibles des diverses lésions se conçoivent et s'expliquent.

§ VI.

I. Les mammifères sont, quant au *croisement d'effet*, soumis aux mêmes règles que les oiseaux.

(1) Voyez les Mémoires de Lapeyronie (*Acad. des sciences*, année 1741), de Saucerotte, Sabouraut, Chopart (*Acad. roy. de chirur.*, tom. IV des Prix); les Observations de Louis, Pourfour-Petit, Petit de Namur, Valsalva, Morgagni, etc., etc., etc. Voyez, plus loin, l'application de mes expériences et de leurs résultats à la pathologie.

Dans les uns comme dans les autres, la moelle épinière et la moelle allongée n'ont qu'un *effet direct*; dans les uns comme dans les autres, le cervelet, les lobes cérébraux et les tubercules ont seuls, au contraire, un *effet croisé*.

§ VII.

I. La moelle épinière des reptiles n'offre nulle part, non plus, de *croisement d'effet*. Partout la paralysie et les convulsions répondent au côté lésé.

On a vu qu'une couche optique enlevée fait tourner l'animal sur le côté de cette *couche*, et qu'un tubercule bijumeau enlevé le fait tourner, au contraire, sur le côté opposé à ce *tubercule*.

Pour les lobes cérébraux et le cervelet, les effets n'en sont pas assez sensibles, pour qu'il soit bien décidé s'il y a ou non croisement d'effet, ni qu'il soit même bien important de le décider.

CHAPITRE V.

FONCTIONS DU CERVEAU PROPREMENT DIT (HÉMISPHÈRES OU LOBES CÉRÉBRAUX.

§ Ier.

Pour ne pas compliquer la marche des idées, je n'ai rapporté jusqu'ici que les faits absolument nécessaires à l'établissement des résultats. Dans le récit de ces faits, comme dans la déduction de ces résultats, je n'ai guère insisté même que sur les circonstances fondamentales.

Presque toujours je me suis borné aux expériences faites sur une espèce donnée de chaque classe; mais ces expériences, je les avais toujours répétées sur plusieurs autres espèces.

Je vais réunir ici quelques unes de ces expériences comparatives.

§ II.

Expériences sur les oiseaux.

Exp. I. Sur une poule.

J'enlevai, sur une poule, les deux lobes céré-

braux à la fois, en respectant soigneusement les couches inférieures de ces lobes auxquelles les racines des bulbes olfactifs adhèrent.

Cette poule devint, à l'instant, sourde et aveugle; prit l'air assoupi d'abord, et bientôt s'endormit tout-à-fait.

Le lendemain, elle n'avait presque pas bougé de la place où je l'avais laissée la veille, et se trouvait encore faible. Je me bornai à la faire boire.

Le surlendemain, elle avait déjà repris des forces; je la fis boire et manger.

Quelques jours après, elle allait parfaitement bien. Quinze jours plus tard, son embonpoint s'était accru d'une manière sensible.

Elle survécut ainsi plus de six mois et demi à la perte de ses lobes; mais à cette époque, l'ayant mise avec d'autres poules, dans le dessein de voir comment elle s'y prendrait pour vivre avec elles, celles-ci la maltraitèrent tellement qu'elle en mourut bientôt.

Du reste, jamais elle ne donnait aucun signe de volonté manifeste. Les caresses du mâle étaient indifférentes; elle ne savait ni s'abriter ni manger d'elle-même.

Vainement approchait-on la nourriture de son bec ou de ses narines; vainement la lui mettait-on dans le bout du bec : la poule n'*odorait*, ni ne

goûtait, ni n'*avalait :* la nourriture restait dans le bout du bec.

S'il se rencontrait quelque obstacle sur sa route, l'animal ne savait ni l'éviter ni s'en détourner.

Digérer ce qu'on lui faisait manger, dormir en digérant, faire de temps en temps quelques pas sans but, changer machinalement de place, opérer, de loin en loin, quelques mouvements déterminés par la seule fatigue de ses jambes : voilà ce qui composait toute son existence, et ce qui a composé l'existence de tous ses jours durant plus de six mois entiers.

Mais cet animal, destitué de toute perception, de toute intelligence, n'en conservait pas moins toutes ses facultés locomotrices; et, pourvu qu'on l'y excitât, il courait, volait, sautait, marchait, avec une régularité parfaite.

—

1° L'animal, privé de ses lobes cérébraux, a donc perdu l'usage de tous ses sens; car, quelque temps qu'il survive à l'opération, il est bien constant qu'il n'use plus d'aucun.

2° D'un autre côté, si, durant des mois entiers qu'il survit à l'opération, l'animal ne donne plus aucun signe de volonté; s'il ne sait pas même man-

Il y a un singulier moyen de remédier à la trop grande réplétion des oiseaux, lorsqu'ils menacent de périr durant l'opération même : c'est de leur ouvrir le jabot, et d'en extraire les aliments ; on les voit aussitôt reprendre des forces, et résister quelquefois à l'expérience.

2° Une autre remarque assez curieuse, c'est que l'ablation des lobes cérébraux (1), coïncidant avec une trop forte réplétion, est toujours plus funeste qu'une pareille réplétion coïncidant avec l'ablation du cervelet.

Exp. III. Sur une poule, sur un pigeon et sur un canard.

J'enlevai le seul lobe cérébral droit à une poule, le seul lobe gauche à un pigeon, et le seul droit à un canard.

Ces trois animaux survécurent fort long-temps, et conservèrent toujours tous leurs sens et toutes leurs facultés intellectuelles, hors la vue de l'œil opposé au lobe enlevé.

Exp. IV. Sur un dindon.

J'enlevai, sur un dindon, les deux lobes cérébraux à la fois. L'animal ne vit plus, n'entendit plus, ne donna plus aucun signe de volition ni

(1) L'animal, après l'ablation des lobes cérébraux, s'il a le jabot plein, est presque toujours pris de vomissements.

de perception; mais il conservait parfaitement son aplomb et son équilibre : il se tenait parfaitement sur ses pattes; et, quand on le poussait ou qu'on l'irritait, il marchait parfaitement aussi.

§ III.

Expériences sur les mammifères.

Exp. I. Sur une souris.

J'enlevai les deux lobes cérébraux sur une souris.

Ce petit animal, habituellement si vif, devint aussitôt immobile; il ne voyait plus, n'entendait plus, ne cherchait plus à fuir : il avait perdu toutes ses facultés intellectuelles et perceptives.

Exp. II. Sur une taupe.

Cette taupe, en perdant ses lobes cérébraux, perdit jusqu'aux deux instincts qui dominent toutes ses allures, celui de flairer et celui de fouir.

Une taupe, placée sur un tas de terre, cherche aussitôt à y creuser ou fouir un trou; placée hors de terre, elle flaire et explore tout avec son long nez : la taupe sans lobes ne flairait ni ne fouissait plus.

Exp. III. Sur un chien.

Les deux lobes cérébraux enlevés, perte absolue et soudaine des facultés intellectuelles et perceptives; conservation parfaite des facultés locomotrices.

Exp. IV. Sur un chat.

Ce chat, durant l'ablation des parois crâniennes, était devenu furieux; à peine les deux lobes cérébraux furent-ils enlevés, qu'à la fureur succéda le calme.

On avait beau l'irriter, le piquer, le blesser alors, il s'agitait bien encore, mais sans changer presque de place, mais sans savoir fuir, mais sans songer à se défendre.

Ainsi, 1° non seulement les animaux, privés de leurs lobes cérébraux, perdent toute perception, toute intelligence en général; ils perdent encore jusqu'à ces instincts propres, inhérents à chaque espèce et si tenaces en chacune d'elles : la poule ne becquète plus, la taupe ne fouit plus; le chat reste calme, lors même qu'on l'irrite, etc.

2° D'un autre côté, nul de ces instincts, comme nulle des facultés intellectuelles et perceptives, ne se perd ni par le cervelet ni par les tubercules bijumeaux.

Tous ces instincts, comme toutes ces facultés, appartiennent donc bien exclusivement aux lobes cérébraux.

§ IV.

Expériences sur les reptiles.

Exp. I. Sur une grenouille.

J'enlevai les deux lobes cérébraux à une grenouille. Cette grenouille vécut plus de quatre mois dans un état de stupidité complète : elle ne bougeait presque plus, à moins qu'on ne l'irritât; elle n'entendait ni ne voyait ni ne donnait plus aucun signe de volition ou d'intelligence.

Exp. II. Sur un lézard vert.

Les lobes cérébraux enlevés, l'animal ne bougea presque plus de lui-même; mais, si on le pinçait ou si on l'irritait, il se mouvait très régulièrement. Avant d'avoir perdu ses lobes, dès qu'on le pinçait, il cherchait à mordre; on avait beau le pincer et l'irriter après qu'il les eut perdus, il ne cherchait plus à mordre.

§ V.

Il est inutile d'ajouter de nouvelles expériences, car elles ne sont toutes qu'une répétition les unes des autres.

Mais cette exacte conformité même des phénomènes ne saurait laisser aucun doute :

1° Que les lobes cérébraux ne soient le siége exclusif de toute perception, de toute volition, de toute faculté intellectuelle;

2° Que non seulement avec les lobes cérébraux se perdent toute perception et toute intelligence en général, mais encore ces formes particulières d'intelligence qui déterminent les allures propres des diverses espèces;

3° Que la faculté de percevoir et de vouloir ne soit absolument distincte de la faculté d'*exciter* et de *coordonner* le mouvement;

4° Que la conservation d'un seul lobe cérébral ne suffise à la conservation de toutes les perceptions et de toutes les facultés intellectuelles, hors à la conservation de la vue de l'œil opposé au lobe enlevé;

Et 5° enfin, que cette disposition des organes et des fonctions du système nerveux ne soit une loi générale et constitutive du grand embranchement des animaux vertébrés.

—

CHAPITRE VI.

FONCTIONS DU CERVELET.

—

§ I.

Expériences sur les oiseaux.

EXP. I. Sur un dindon.

Je retranchai le cervelet, par couches successives, sur un dindon. Aux premières couches, hésitation et manque d'harmonie dans les mouvements; aux moyennes couches, démarche chancelante et embarrassée; aux dernières couches, perte de tout équilibre et de toute locomotion régulière.

EXP. II. Sur une hirondelle.

J'enlevai le cervelet petit à petit sur une hirondelle.

Cet oiseau fut bientôt réduit à ne voler que de la manière la plus singulière et la plus bizarre;

il reculait au lieu d'avancer; il roulait sur lui-même en volant; son vol avait toutes les allures de l'ivresse la plus fougueuse.

Du reste, cet animal, comme le précédent, comme tous les suivants, conservait toutes ses facultés intellectuelles et perceptives.

Exp. III. Sur un moineau.

J'enlevai, sur un moineau, le cervelet par couches successives.

L'animal perdit peu à peu la faculté de voler et de marcher, tout en conservant parfaitement l'usage de sa vue, de son ouïe, de tous ses sens, de toutes ses facultés intellectuelles.

Ce petit oiseau offrait le spectacle le plus curieux par sa démarche chancelante et bizarre. Après être resté un moment comme indécis, il s'élançait et faisait trois ou quatre pas (quelquefois en avant, beaucoup plus souvent en arrière) avec une précipitation incroyable, et tout cela se terminait par une chute ou par un roulement sur lui-même.

Mais ce qu'il y avait de plus singulier, c'était la manière dont il volait : une fois en l'air, il semblait rouler encore sur lui-même, ne pouvait plus se diriger comme il le voulait, s'élançait dans un

sens et tournait vers l'autre, et finissait bientôt par tomber.

Ce vol représentait complétement, en un mot, la marche de l'ivresse. Il y a donc un vol, comme il y a une marche d'ivresse.

Exp. IV. Sur une effraie.

Je retranchai à peu près toute la moitié supérieure du cervelet, par couches successives, sur une effraie. Aux premières couches, il ne se manifesta qu'une légère hésitation dans les mouvements; aux couches suivantes, toutes les allures de l'ivresse parurent dans la démarche : l'animal volait pourtant encore assez bien. Aux moyennes couches, il ne volait presque plus; il avait la plus grande peine à se tenir un moment debout sans chanceler; sa démarche était irrégulière et désordonnée, tous ses mouvements déréglés et incohérents.

Il entendait, il voyait; il se mettait même en défense dès qu'on voulait l'attraper, c'est-à-dire qu'il se jetait aussitôt sur le dos, en présentant son bec et ses griffes; et, comme il n'y avait plus d'équilibre ni d'aplomb dans ses mouvements, en voulant prendre cette attitude il tombait souvent, ou tout-à-fait sur le dos ou sur le côté, et

il roulait alors jusqu'à ce qu'il pût se redresser sur ses pattes, ce à quoi il parvenait toujours fort difficilement.

Quand il prenait l'essor pour éviter un objet, il lui arrivait souvent d'aller au contraire (faute de pouvoir maîtriser et diriger ses mouvements) se heurter contre cet objet; quand il voulait aller en avant, il allait presque toujours en arrière; quand il voulait prendre sa nourriture, il avait toute la difficulté imaginable à la saisir.

Exp. V. Sur un canard.

Je détruisis, par couches successives, le cervelet sur un fort gros canard. Aux premières couches, l'animal perdit l'harmonie de ses mouvements, et sa démarche, comme toutes ses autres allures, ressemblait de tout point à celle de l'ivresse. Je poussai mes retranchements plus loin: l'animal avait toute la peine du monde, ou à faire quelques pas chancelants, terminés bientôt par une chute, ou à se tenir appuyé sur ses coudes et sur ses ailes.

Je parvins aux dernières couches : l'animal perdit tout équilibre; il ne pouvait plus, quelque effort qu'il fît, ni faire un seul pas régulier, ni se tenir d'aplomb; il reculait et roulait

sur lui-même quand il voulait se mouvoir; enfin, épuisé de fatigue, il se reposait sur un côté, ou sur le dos, ou sur le ventre, selon la position où l'avait amené son dernier effort.

Placé dans l'eau, le jeu de ses pattes effectuait tout aussitôt, mais d'une manière incohérente, le mouvement du canard pour la natation.

En un mot, tout équilibre, tout mouvement coordonné étaient perdus. Il est superflu d'ajouter, au point où nous sommes, qu'il conservait tous ses sens et toutes ses facultés intellectuelles.

§ II.

Expériences sur les mammifères.

Exp. I. Sur un lérot.

J'enlevai, sur un lérot que je conservais depuis quelque temps, le cervelet, par couches successives.

Cet animal, dont on connaît l'extrême vivacité, la légèreté, la souplesse de mouvements, commença par chanceler sur ses pattes, et finit bientôt par ne pouvoir plus s'en servir du tout d'une manière régulière et coordonnée.

Mais il conserva constamment ses sens et son intelligence. Quand on l'irritait avec un bâton,

par exemple, il s'élançait sur le bâton, et s'il l'atteignait, il le mordait avec colère; il entendait aussi bien qu'il voyait, et n'avait, en un mot, perdu que l'équilibre et la régularité de ses mouvements.

Exp. II. Sur un chat.

Je mutilai, de plus en plus profondément, le cervelet sur un chat. L'animal perdit peu à peu l'équilibre; bientôt il ne lui resta plus que la démarche chancelante de l'ivresse. Il perdit enfin jusqu'à cette démarche même, ainsi que toute faculté de station et de locomotion régulières. Mais il conservait tous ses sens, toute son intelligence, et sa férocité naturelle s'était tellement accrue par les douleurs de l'opération, qu'il y aurait eu tout à craindre de ses dents et de ses griffes, s'il eût conservé l'adresse et la précision de ses mouvements.

Exp. III. Sur une taupe.

J'enlevai, sur une taupe, le cervelet, par couches graduelles: l'animal perdit graduellement la faculté de se mouvoir d'une manière régulière et coordonnée.

Je le portai sur un tas de terre où il avait coutume de se réfugier; il s'y reconnut très bien,

et redoubla d'activité pour creuser un trou et s'y cacher : mais il ne sut plus creuser; ses pattes ne se remuaient plus convenablement; il s'y prenait comme s'y fût pris un animal ivre, et, après quelques efforts inutiles, il finissait bientôt par reculer, tomber et rouler sur lui-même.

Exp. IV. Sur un chien.

J'enlevai, sur un chien, jeune encore mais vigoureux, le cervelet, par des retranchements de plus en plus profonds. L'animal perdit de plus en plus la faculté de se mouvoir avec ordre et régularité. Bientôt il ne marcha plus qu'en chancelant et par zigzags. Il reculait quand il voulait avancer; quand il voulait tourner à droite, il tournait à gauche. Comme il faisait de grands efforts pour se mouvoir, et ne pouvait plus modérer ces efforts, il s'élançait avec impétuosité et ne tardait pas à tomber ou à rouler sur lui-même. Trouvait-il un objet sur sa route, il ne pouvait, quelque dessein qu'il en eût, l'éviter; il se heurtait à droite et à gauche; cependant il voyait et entendait très bien; quand on l'irritait, il cherchait à mordre, et mordait en effet l'objet qu'on lui présentait, quand il pouvait le rencontrer, mais il ne disposait plus de ses mouvements avec assez de précision pour le rencontrer sou-

vent. Il avait toutes ses facultés intellectuelles, tous ses sens; il n'était privé que de la faculté de coordonner et de régulariser ses mouvements.

Je retranchai jusqu'aux dernières couches du cervelet; l'animal perdit toute mobilité, toute stabilité régulières.

§ III.

Je n'ajouterai pas ici de nouvelles expériences; l'exacte conformité de celles qu'on vient de voir rend toute répétition inutile.

Ainsi, 1° sur les mammifères comme sur les oiseaux, une altération légère du cervelet produit une légère désharmonie dans les mouvements; la désharmonie s'accroît avec l'altération; enfin, la perte totale du cervelet entraîne la perte totale des facultés régulatrices du mouvement.

2° Cependant il y a, même sur cette régularité et cette répétition exacte des phénomènes, une remarque assez curieuse à faire; c'est que les mouvements désordonnés par le fait de la lésion du cervelet correspondent à tous les mouvements ordonnés.

Dans l'oiseau qui vole, c'est dans le vol que paraît le désordre; dans l'oiseau qui marche, dans la marche; dans l'oiseau qui nage, dans la nage.

Il y a donc un nagement et un vol d'ivresse, comme il y a une démarche pareille.

3° Bien qu'avec la perte du cervelet coïncide constamment la perte des facultés locomotrices, les facultés intellectuelles et perceptives n'en restent pas moins entières; et, d'un autre côté, tant que l'opération ne dépasse pas les limites du cervelet, il n'y a nul indice de convulsions.

La faculté excitatrice des convulsions ou contractions musculaires, la faculté coordonatrice de ces contractions, les facultés intellectuelles et perceptives, sont donc trois ordres de facultés essentiellement distinctes, et résidant dans trois ordres d'organes nerveux, essentiellement distincts aussi.

4° Bien qu'enfin tous les mouvements de locomotion soient perdus, tous les mouvements de conservation n'en subsistent pas moins toujours.

Ces mouvements de conservation ne dérivent donc pas du cervelet : on verra bientôt d'où ils dérivent.

—

CHAPITRE VII.

FONCTIONS DES TUBERCULES BIJUMEAUX.

—

§ I.

Exp. I. Sur un canard.

Je retranchai, sur un canard, le tubercule bijumeau droit : l'animal perdit soudain la vue de l'œil gauche.

De plus, il tournait souvent du côté du tubercule enlevé, et son cou se tordait presque toujours de ce côté.

Exp. II. Sur un dindon.

J'enlevai le tubercule bijumeau droit sur un dindon : soudain l'animal perdit la vue de l'œil gauche. Il conservait d'ailleurs tous ses autres sens, comme toutes ses facultés intellectuelles et locomotrices.

J'enlevai le tubercule gauche : l'animal fut tout-à-fait aveugle.

Exp. III. Sur une pie.

J'enlevai les deux tubercules bijumeaux sur une pie : à la perte du tubercule droit, elle perdit la vue de l'œil gauche; à la perte du gauche, la vue de l'œil droit.

Exp. IV. Sur une hirondelle.

J'enlevai le tubercule bijumeau droit : l'hirondelle perdit la vue de l'œil gauche, et tourna long-temps, même en volant, sur le côté du tubercule enlevé; j'enlevai le tubercule gauche, elle perdit la vue de l'œil droit. Elle conservait du reste tous ses autres sens, toute son intelligence; tous ses mouvements de locomotion étaient réguliers et coordonnés.

Exp. V. Sur un moineau.

J'enlevai le tubercule droit sur ce moineau : il tourna sur le côté droit, et perdit l'œil gauche.

J'enlevai le tubercule gauche, il perdit l'œil droit.

Cet animal, quoique devenu aveugle, était vif, alerte, éveillé, et suppléait à la perte de sa vue par l'habileté avec laquelle il usait de ses autres sens.

Exp. VI. Sur un chien.

Quand j'eus enlevé les deux tubercules du côté droit, l'animal tourna sur ce côté, et ne vit plus de l'autre.

Un phénomène inverse suivit l'ablation des tubercules opposés.

Exp. VII. Sur un rat.

A l'ablation des tubercules gauches, il tourna à gauche, et perdit la vue de l'œil droit; à l'ablation des tubercules droits, il perdit la vue de l'œil gauche, et tourna à droite.

§ II.

I. Dans toutes ces expériences, je ne parle pas de l'effet sur l'iris; il suffira de dire, ou plutôt de répéter en général, que l'irritation d'un tubercule excite les contractions de l'iris opposé (1); que son ablation partielle les affaiblit; que son ablation complète les abolit complétement.

II. J'enlevai, sur un pigeon, le tubercule bijumeau droit, jusqu'à ses dernières racines, les-

(1) Du moins plus particulièrement; car il y a aussi quelques contractions dans l'iris du même côté. L'effet de l'irritation n'est pas aussi circonscrit et par conséquent aussi *exclusivement croisé* que celui de la perte de la vue, perte qui n'a jamais lieu que pour l'œil du côté opposé au tubercule enlevé.

quelles comprennent les dernières racines du nerf optique : l'iris de l'œil gauche parut tout-à-fait immobile.

III. Sur un moineau, j'enlevai les deux tubercules bijumeaux jusqu'à leurs dernières racines : l'iris des deux yeux perdit toute mobilité.

IV. Ainsi donc, 1° La perte des tubercules bijumeaux entraîne constamment la perte de la vue, et toujours dans un sens croisé ; leur ablation complète abolit complétement le jeu de l'iris.

2° La perte de ces tubercules n'entraîne jamais que la perte de la vue, sans altérer les autres facultés ni intellectuelles ni locomotrices.

3° Les fonctions des lobes cérébraux, des tubercules bijumeaux, du cervelet, sont donc bien distinctes :

Dans les lobes cérébraux résident les facultés intellectuelles ; du cervelet dérivent les facultés locomotrices ; des tubercules bijumeaux dérive l'action de l'iris et de la rétine.

4° Il y a, comme on voit, deux moyens d'abolir la vision par la masse cérébrale :

L'un, l'ablation des tubercules bijumeaux, tue le nerf optique, et par suite la rétine, et par suite l'iris ; l'autre, l'ablation des lobes cérébraux, ne tue ni le nerf optique, ni la rétine, ni l'iris ; il ne tue que l'organe où se consomme et se trans-

forme en perception l'effet de l'iris, de la rétine et du nerf optique. L'un est la perte du *sens* de la vue; l'autre est la perte des *perceptions* de la vue : par l'un on perd l'*œil*, par l'autre la *vision*.

Je montrerai ailleurs qu'il en est de même pour tous les autres sens.

5° Pour que la vision soit tout-à-fait abolie, il n'est pas nécessaire que les tubercules soient tout-à-fait ôtés; une ablation partielle, mais profonde, suffit pour cela.

Dans ce cas, ni l'iris, ni la rétine, ni le nerf optique, ne sont réellement et complétement morts; mais leur communication avec les lobes cérébraux, par les tubercules bijumeaux, n'est plus libre. Leur action n'arrive donc plus au centre unique où elle puisse se convertir en perception; il n'y a donc plus perception, il n'y a plus vision.

§ III.

Expériences comparées sur les tubercules bijumeaux, les lobes cérébraux et le cervelet.

Exp. I. Sur trois poules.

Je retranchai la moitié supérieure du cervelet sur une poule; les deux lobes cérébraux sur une autre; les deux tubercules bijumeaux sur une troisième.

J'avais mis ces trois poules dans le même appartement; quand je voulais leur donner à manger, j'imitais quelquefois le cri qui les appelait habituellement à leurs repas, avant qu'elles eussent été opérées; et, tout en continuant ce cri, je leur jetais du grain.

La poule sans lobes n'entendait rien, et ne bougeait pas; celle sans tubercules entendait très bien, s'approchait du grain, guidée par le bruit qu'il faisait en tombant; et quand elle s'en était approchée, elle savait très bien le trouver sans le voir, et en mangeait beaucoup. Celle sans cervelet voyait le grain, voulait l'attraper, et faisait mille efforts pour l'attraper sans y réussir, au moins d'ordinaire.

Ex. II. Sur trois autres poules.

J'enlevai, comme ci-dessus, les deux lobes cérébraux à une poule, les deux tubercules bijumeaux à une autre, la moitié supérieure du cervelet à une troisième.

Je les remis ensuite dans l'appartement même qu'elles occupaient avant l'opération, et auquel elles étaient conséquemment déjà habituées. Cet appartement fut tenu bien approvisionné.

La poule sans lobes mourut de faim; les deux

CHAPITRE VIII.

LÉSIONS DES PARTIES CÉRÉBRALES.

Exp. I. Sur un coq.

Je fendis longitudinalement les deux lobes cérébraux sur un jeune coq.

Sur-le-champ, l'animal perdit toute perception, toute volition; il ne vit plus, n'entendit plus, etc.: presque toujours assoupi ou endormi, il ne bougeait ou ne marchait qu'autant qu'on l'irritait.

Le second jour, même état : les lobes cérébraux sont très tuméfiés ; je fais boire et manger l'animal.

Le troisième jour, même état encore : lobes toujours très tuméfiés ; sommeil presque continuel.

Le quatrième, même état, même tuméfaction des lobes. En voulant résister aux efforts que je fais pour lui ouvrir le bec, l'animal heurte violemment de la tête contre ma main : presque tout le lobe cérébral droit est détruit du coup.

Le cinquième jour, la tuméfaction des lobes diminue; l'animal paraît moins profondément absorbé dans sa léthargie.

Le sixième, l'animal commence à entendre, à se mouvoir, à se diriger de lui-même.

Le septième, l'animal donne des signes évidents de volition et de perception : il entend, voit un peu de l'œil droit, mais non du gauche, cherche sa nourriture, la trouve, boit et mange de lui-même.

Le huitième, l'animal voit bien de l'œil droit, entend bien, mange, boit, se nourrit. Tous ses instincts, toutes ses perceptions ont reparu.

Mais il lui manque toujours la vue de l'œil gauche; et, quoiqu'il ait survécu fort long-temps à l'opération, il ne l'a jamais recouvrée.

Exp. II. Sur une poule.

Je fendis le lobe cérébral droit en long, sur une poule; la vue fut soudain perdue de l'œil gauche.

Du reste, l'animal voyait très bien de l'œil droit; il entendait, se dirigeait, cherchait sa nourriture comme à l'ordinaire.

La tuméfaction du lobe fendu fut d'abord énorme. Sept à huit jours après, elle avait disparu, et l'animal avait repris la vue de l'œil gauche.

J'enlevai alors le lobe cérébral gauche; l'animal continua à entendre, à se diriger, à se nourrir, à voir, comme auparavant; à la seule différence près qu'il ne voyait plus que de l'œil qu'il avait d'abord perdu.

Exp. III. Sur une autre poule.

Les deux lobes cérébraux furent fendus par une section tranversale, dans leur région moyenne, et dans toute l'étendue de cette région.

La poule perdit, incontinent, tous ses sens, toutes ses facultés intellectuelles, et ne les recouvra plus jamais.

Exp. IV. Sur une troisième poule.

Je retranchai toute la région supérieure des deux lobes cérébraux, par couches successives; l'animal perdit peu à peu tous ses sens et toutes ses facultés intellectuelles. Durant les cinq premiers jours, il fut plongé dans un état de stupidité complète. Dès le sixième, il commença à reprendre ses sens; du septième au neuvième, il les eut entièrement repris.

Exp. V. Sur deux coqs.

Le cervelet fut fendu longitudinalement sur l'un de ces coqs; il le fut en travers sur l'autre.

Ces deux coqs perdirent aussitôt tout leur équilibre; au bout de quinze jours, ils l'avaient totalement repris.

Exp. VI. Sur un canard.

Je rendis ce canard aveugle par l'extirpation de toute la région superficielle des deux tubercules bijumeaux.

Vingt jours après, l'animal eut entièrement recouvré la vue des deux yeux.

Exp. VII. Sur une pie.

J'enlevai toute la portion supérieure du cervelet sur cette pie. A peine douze jours s'étaient-ils écoulés qu'elle avait repris tout l'aplomb, toute la régularité de ses mouvements.

—

Il serait superflu d'accumuler ici les faits de ce genre. Ceux que j'ai déjà rapportés suffisent pour établir :

1° Que les lésions des lobes cérébraux, des tubercules bijumeaux, du cervelet, sont (quand elles ne dépassent pas certaines limites) suivies de guérison de l'organe avec restitution complète de la fonction;

2° Qu'une portion assez restreinte, mais déter-

minée, de ces organes suffit au plein et entier exercice de leurs fonctions :

3° Enfin, que les fonctions du cervelet, des lobes cérébraux, des tubercules bijumeaux, sont bien essentiellement distinctes et séparées, puisque chacune d'elles peut séparément être conservée, détruite, restituée, selon que l'organe de chacune d'elles se conserve, se détruit ou se restitue.

CHAPITRE IX.

CICATRISATION DES PLAIES DU CERVEAU, ET RÉGÉNÉRATION DE SES PARTIES TÉGUMENTAIRES.

§ Ier.

I. J'enlevai, sur un canard, les deux lobes cérébraux à la fois.

Sur-le-champ l'animal perdit la vision, l'audition, et ne donna plus aucun signe de volonté. Immobile et comme assoupi, mais du reste parfaitement d'aplomb sur ses jambes, d'un équilibre parfait quand il se mouvait, il ne bougeait plus qu'autant qu'on l'irritait.

Le lendemain de l'opération, il occupait encore la place où je l'avais laissé la veille ; toute la surface de sa plaie était recouverte d'une couche noire et épaisse de sang desséché ; je le fis manger, car il ne mangeait plus de lui-même.

Le surlendemain, même état : de temps en temps l'animal fait quelques pas sans but. Quelquefois il change de patte, ou secoue un moment l'une

d'elles, comme si elle était fatiguée ou engourdie. Quelquefois, et surtout quand on le touche, il remue sa queue; ou, se soulevant sur ses jambes, il agite vivement ses ailes, à la manière des canards qui cherchent à se dégourdir de la fatigue d'une position trop long-temps gardée.

Quant à la plaie, le seul point qu'il y ait à remarquer encore, c'est le rapprochement des bords de la peau tuméfiés, et déjà recollés aux parties sous-jacentes.

Le troisième jour de l'opération, la croûte de sang desséché adhère fortement par sa base aux parties sur lesquelles elle repose. Les bords de la peau qui l'entourent tendent toujours, et de plus en plus, à se rapprocher.

Le sixième jour, la santé de l'animal est parfaite. Je remarque (comme je l'avais remarqué déjà sur les poules soumises à l'ablation des lobes cérébraux) qu'il marche toujours plus souvent et plus long-temps quand il est à jeun que quand il est repu.

A part les heures où il a manifestement besoin de nourriture, il est presque toujours ou assoupi ou complétement endormi. Plongé dans une stupeur perpétuelle, ni le bruit ni la lumière ne l'émeuvent jamais; et il faut absolument, pour cela, une action immédiate, comme un coup, une piqûre ou un pincement.

Vainement le soumet-on à des jeûnes prolongés, jamais il ne mange ni ne boit de lui-même ; et pour qu'il mange, il faut toujours lui porter l'aliment dans le bec et jusque dans l'arrière-bouche ; car si on le laisse sur le bout du bec, sur le milieu même du bec, il ne sait point l'avaler.

Mais ce qu'on lui fait manger, il le digère parfaitement ; il se débarrasse comme à l'ordinaire de ses excréments, et quand la nourriture qu'on lui a donnée est trop abondante, il la rejette par le vomissement. En un mot, toutes les fonctions vitales se conservent et s'exercent avec la plus grande régularité ; il n'y a de perdu que les fonctions intellectuelles et perceptives.

Le septième jour, la croûte de sang est toujours fortement adhérente ; je la soulève et la détache avec effort. Au-dessous se voit un grand creux, d'où quelques gouttes de lymphe épanchée s'écoulent ; la surface de la plaie cérébrale est rougeâtre et parsemée de nombreux ramuscules sanguins.

Le lendemain, 16, une légère pellicule extrêmement fine, d'un blanc sale ou grisâtre, recouvre la surface mise à nu la veille. Les parties cérébrales que l'on voit à travers cette pellicule, comme au travers d'un voile, paraissent moins enflammées et moins rouges.

Le neuvième jour, la pellicule s'épaissit et se durcit à l'extérieur.

Le vingtième, la pellicule est transformée en une véritable croûte ; et c'est sous cette croûte que se fait le travail de la cicatrisation, et que s'épanche la lymphe organisable. Pour peu en effet qu'on soulève la croûte, on voit la lymphe accumulée, qui s'échappe par tous les points.

Le vingt-quatrième jour, étant obligé de revenir à Paris, je voulus y apporter l'animal qui fait le sujet de ces observations. Il mourut en route par l'effet des cahots de la voiture.

II. J'enlevai, sur une poule, toute la portion supérieure et centrale du lobe cérébral gauche.

L'animal perdit aussitôt la vue de l'œil droit ; mais du reste il se conduisait, se nourrissait, allait et venait comme à l'ordinaire.

Le second jour de l'opération, vue toujours perdue de l'œil droit : toute la surface de la plaie est recouverte d'une croûte de sang noir et desséché : la portion restante du lobe cérébral mutilé paraît très tuméfiée ; les bords de la peau se rapprochent, et se collent aux parties voisines.

Le cinquième jour, la tuméfaction du lobe cérébral est dissipée.

Le dixième, la croûte qui recouvre la plaie

commence à se détacher par ses bords ; et, sous ces bords détachés, on voit déjà se former la pellicule mince et fine qui, plus tard, constituera la nouvelle peau. Je soulève doucement la croûte, et tout aussitôt il s'échappe une assez grande quantité de lymphe qui s'y trouvait accumulée.

Le sixième jour, l'animal commence à voir un peu de l'œil qu'il avait perdu.

Le neuvième, il en voit tout-à-fait bien. J'enlève la croûte desséchée : elle recouvrait et retenait sous elle une grande quantité de lymphe très limpide, qui aussitôt s'écoule. La cicatrisation a déjà fait de grands progrès : la nouvelle peau s'avance de tous les points de la circonférence de la plaie vers le centre; le lobe cérébral paraît rougeâtre.

Le vingt-deuxième jour, départ de la campagne ; mort de l'animal en route.

III. J'enlevai à peu près tout le tiers supérieur du cervelet sur un jeune coq. L'animal perdit aussitôt l'équilibre de ses mouvements ; il ne marchait, ne volait, ne se tenait plus debout qu'avec peine et en oscillant sur lui-même.

Le second jour de l'opération, l'équilibre paraît déjà moins troublé. Comme je n'avais fait à la dure-mère qu'une incision, et ne l'avais point enlevée, la portion restante du cervelet se trouve

contenue par elle, et il n'y a presque pas de tuméfaction.

Le quatrième jour, l'équilibre se rétablit à vue d'œil.

Le sixième, il est entièrement rétabli.

Le seizième, la croûte de sang desséché commence à se détacher et à céder sous le doigt qui la pousse, ce qui annonce le progrès de la cicatrice.

Mais, ce qu'il importe surtout de bien indiquer ici, c'est la manière dont la peau nouvellement formée s'étend des bords de l'ancienne peau, desquels elle émane, vers cette croûte, et, se glissant sous cette croûte, la soulève et la détache à mesure qu'elle s'y glisse.

La lame extérieure des os frontaux, qui a été dénudée pendant l'opération, est noirâtre et nécrosée.

Le dix-septième jour, la croûte de sang cède à une légère impulsion, se détache et laisse voir sous elle, d'abord beaucoup de lymphe accumulée, et ensuite une surface jaunâtre, parsemée de points et de stries rouges, enflammée, et recouverte de granulations ou bourgeons lardacés. Cette surface est circonscrite par une peau nouvelle qui gagne et se propage de tous les points de la circonférence vers le centre de la plaie.

Le vingtième jour, la surface bourgeonnée, mise à nu le 2, se dessèche à l'extérieur, et se durcit en se desséchant.

Le vingt-cinquième, la cicatrice fait des progrès rapides, et ces progrès vont toujours de la circonférence au centre.

Le vingt-huitième, la cicatrisation est complète. Une nouvelle peau, ou, plutôt, une nouvelle espèce de peau, fine, lisse et mobile, en recouvre toute la surface. La lame extérieure des os frontaux nécrosée ne s'exfolie point encore; mais on voit déjà se glisser sous ses bords la nouvelle peau qui se forme.

Le trente-septième jour, la nouvelle peau continue toujours à s'étendre sous les os frontaux nécrosés, et à les détacher par leurs bords.

Le quarantième, retour à Paris; l'animal résiste très bien au voyage.

Le cinquante-et-unième, l'animal étant d'une vigueur et d'une santé parfaites, je le soumets à une nouvelle expérience.

J'enlève d'abord l'os frontal gauche, lequel paraît formé de deux lames, ou plutôt de deux os superposés, l'ancien entièrement nécrosé, le nouveau encore cartilagineux. J'enlève ensuite le lobe cérébral correspondant presque en entier; et l'animal perd aussitôt la vue de l'œil opposé.

Le frontal droit s'exfolie petit à petit à mesure que la nouvelle peau s'étend sous ses bords.

Le cinquante-neuvième jour, l'os frontal nécrosé tombe, et sa chute s'opère par un procédé tout pareil à celui qui a eu lieu pour la chute de la croûte de sang desséché ; c'est-à-dire que la nouvelle peau, en se formant peu à peu sous l'os nécrosé, comme elle s'était formée sous la croûte, l'a détaché d'abord par sa circonférence, puis par son centre, et a fini par l'expulser tout-à-fait. La cicatrice est donc complète, et la nouvelle peau partout complétement formée, hors sur le seul point opéré de nouveau il y a huit jours.

Le soixante-neuvième jour, ce dernier point est entièrement cicatrisé, et recouvert d'une peau nouvelle. Mais, sous cette nouvelle peau, il n'y a point encore d'os formé, comme l'indique la fluctuation qu'on sent à la place qu'il doit occuper ; fluctuation due à de la lymphe épanchée, accumulée, et qui, par une petite incision que je fais à la peau, s'écoule avec abondance.

La vue est toujours perdue de l'œil droit.

Huit mois après la première opération, époque où je sacrifie l'animal pour soumettre les parties opérées à l'examen, la vue de l'œil droit est toujours perdue ; tout le crâne est recouvert d'une peau lisse et mince ; la perte de substance éprouvée

par le frontal gauche n'est point complétement réparée ; et, par le point où l'os manque, s'élève une petite poche qui offre une fluctuation sensible, et qui, étant percée, donne issue à une certaine quantité de lymphe.

Je passe à l'examen de l'état intérieur des parties.

La nouvelle peau lisse et mince qui a remplacé l'ancienne peau perdue est absolument dépouillée de plumes et dépourvue de leurs bulbes. Un tissu cellulaire lâche et souple l'unit aux os du crâne, et dans le point où ces os n'ont pas été reproduits, il l'unit au périoste, et par le périoste à la dure-mère.

Le nouveau frontal droit, car, comme je viens de le dire, le gauche n'est pas complétement réparé, se compose de deux lames minces.

La moelle allongée, les tubercules bijumeaux, et le lobe cérébral droit, sont dans un état d'intégrité parfaite.

Le cervelet se montre réduit à peu près à la moitié de son volume naturel (1); sa surface mu-

(1) Cet animal, réduit à la moitié à peu près de son cervelet, avait été mis plusieurs fois avec des poules, et il avait toujours cherché à les côcher. Chose remarquable, il voulait côcher ces poules, mais il ne pouvait y réussir, parce que, faute d'équilibre, il ne pouvait parvenir à grimper sur leur dos, et surtout à s'y maintenir.

Ainsi, l'*instinct de la propagation* subsistait, cet *instinct* ne dé-

tilée présente une cicatrice lisse, fine, et parsemée de stries ou points jaunâtres.

Le lobe cérébral gauche a perdu toutes ses parties centrales; il ne reste plus que sa couche extérieure, soutenue par la dure-mère reproduite, épaissie, et formant cette poche pleine de lymphe qui faisait saillie à travers le trou des os du crâne, et qui, durant le cours de l'observation, avait été vidée à plusieurs reprises.

IV. J'avais enlevé les deux lobes cérébraux à une poule. Cette poule survécut plus de six mois et demi à cette perte; et conséquemment la cicatrisation et la reproduction des parties étaient entièrement terminées, quand l'animal mourut par suite d'un accident étranger à l'expérience.

Le crâne était recouvert, dans toute son étendue, d'une peau mince, blanche et mobile. Au-dessous de cette peau se trouvait une couche osseuse qui remplaçait parfaitement toutes les portions perdues de l'ancien os. Le cervelet, les tubercules, la moelle allongée, étaient entière-

pend donc pas du cervelet; mais l'*équilibre* des mouvements ne subsistait plus, cet *équilibre* dépend donc du cervelet.

Enfin, et ceci encore n'est pas moins décisif contre l'opinion qui a voulu placer dans le cervelet le siége de l'instinct de la propagation, ce coq avait perdu la moitié de son cervelet, et ses testicules étaient énormes.

ment sains. Les points mutilés, par suite de l'ablation des lobes cérébraux, offraient une surface unie, lisse, et de la couleur naturelle à ces points.

V. Toute la moitié supérieure du cervelet avait été retranchée sur une poule.

Quatre mois après l'opération, et, par conséquent, toute cicatrisation, toute reproduction complétement terminées, je soumis les parties opérées à l'examen. Une nouvelle peau fine, une nouvelle couche osseuse mince, remplaçaient l'ancien os et l'ancienne peau. La moitié restante du cervelet offrait sa couleur et sa consistance naturelles; seulement la surface mutilée présentait encore, surtout vers le centre, quelques stries et quelques points de couleur jaunâtre.

VI. Je fendis longitudinalement le lobe cérébral droit sur une poule.

Quinze jours après, ce lobe ayant été examiné, se trouva déjà réuni dans tous les points qui avaient été divisés. Ces points se montraient pourtant encore parsemés de stries rouges ou jaunâtres, et un peu de sang épanché les séparait encore vers le centre.

§ II.

I. Ainsi:

1° Les plaies du cerveau avec perte de sub-

stance sont suivies d'une cicatrice fine et lisse de la surface mutilée.

2° Les plaies qui ne consistent qu'en une simple division se cicatrisent par la réunion immédiate des points divisés.

3° Dans ce dernier cas, à mesure que la réunion des parties divisées s'opère, l'animal reprend les fonctions qu'il avait perdues : il les reprend aussi dans le premier cas, pourvu que la perte de substance n'ait pas dépassé certaines limites.]

II. Quant aux parties tégumentaires, on voit :

1° Qu'il se forme une nouvelle peau et un nouvel os.

2° La nouvelle peau provient toujours des bords de l'ancienne ; toujours un épanchement de lymphe organisable précède un nouveau progrès de sa formation ; et, pour que cette lymphe puisse s'organiser, il faut toujours qu'elle soit maintenue un certain temps *en position* par un corps recouvrant quelconque. Je dis *quelconque ;* parce que, comme on l'a vu, c'est tantôt une croûte de sang desséché, tantôt une croûte de lymphe coagulée, tantôt une lame d'os nécrosée, qui jouent le rôle de ce corps.

3° Le premier temps de la cicatrisation est le rapprochement des bords de la plaie vers le centre, et la formation d'une croûte ; le deuxième,

l'épanchement de la lymphe organisable sous cette croûte; le troisième, l'organisation ou la formation de la partie nouvelle qui, à mesure qu'elle se forme, détache et expulse la croûte.

4° Enfin la reproduction de la peau est toujours plus rapide que celle de l'os, etc.; et le nouvel os commence toujours par être cartilagineux avant de passer à l'état osseux.

§ III.

I. Il me reste à parler encore d'une expérience.

J'enlevai, sur une poule, les deux os frontaux et toute la portion de dure-mère qui recouvre les lobes cérébraux.

Je laissai survivre l'animal plus de quinze mois à l'opération.

Au bout de ce temps, la perte de substance de l'os n'était pas entièrement réparée, car l'animal était adulte. Un petit trou subsistait encore entre les deux os frontaux de formation nouvelle.

Mais toute la portion de dure-mère enlevée était reproduite : le périoste était complétement reproduit aussi; et, dans le point où le nouvel os manquait encore, ces deux membranes, le *périoste* et la *dure-mère*, adhéraient l'une à l'autre, et semblaient se continuer l'une avec l'autre.

§ IV.

I. Au reste, cette reproduction complète de la *dure-mère* (reproduction que j'avais observée dans plusieurs autres de mes expériences), n'est pas le seul fait curieux que m'ait donné cette poule.

J'ai dit, dans le chapitre III de cet ouvrage (1), que les perceptions de l'*odorat* et du *goût* ont leur siége, comme toutes les autres, dans les lobes cérébraux; et je l'ai conclu d'expériences faites sur des poules. Il importait donc de voir jusqu'à quel point l'*odorat* et le *goût* sont développés dans cet animal.

Or, la poule dont il s'agit ici avait non seulement *goût* et *odorat*, mais un *goût* et un *odorat* très fins. Elle aimait beaucoup, par exemple, le *café au lait*. Aussi, dès que l'odeur du café commençait à se répandre dans l'appartement, la poule accourait-elle aussitôt. Elle accourait à l'odeur du café; elle *odorait* donc.

Elle aimait aussi beaucoup le *beurre*, mais seulement le *beurre frais*. Dès qu'on lui jetait un morceau de *beurre*, elle l'avalait brusquement s'il était *frais*; mais, s'il n'était pas *frais*, au lieu de l'avaler, elle secouait le bec et le rejetait. Elle distinguait donc, par le *goût*, le *beurre frais* du *beurre* qui ne l'était pas; elle *goûtait* donc.

(1) *Voyez* ci-devant, page 85.

CHAPITRE X.

RECHERCHES SUR L'ACTION DU SYSTÈME NERVEUX DANS LES MOUVEMENTS DITS DE CONSERVATION (1).

---

§ Ier.

I. J'ai tâché, dans les premiers chapitres de cet ouvrage, de déterminer avec précision et les diverses propriétés des diverses parties nerveuses, et les divers rôles que ces parties jouent, soit dans les phénomènes de la pensée et des sensations, soit dans les mouvements dits de locomotion.

II. On a vu d'abord qu'il y a trois propriétés essentiellement distinctes dans le système nerveux: la première, d'exciter les contractions musculaires; la deuxième, de ressentir les impressions; la troisième, de percevoir et de vouloir; que ces trois propriétés diffèrent de siége comme d'effet, et qu'il y a une limite précise entre les organes de chacune d'elles.

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de l'Institut, dans les séances des 27 octobre et 10 novembre 1823.

III. En second lieu, la délimitation du rôle que jouent les diverses parties nerveuses qui concourent à un mouvement de locomotion a montré que les nerfs n'y sont proprement que pour l'*excitation* des contractions musculaires; la moelle épinière, pour la *liaison* de ces contractions en mouvements d'ensemble; le cervelet, pour la *coordination* de ces mouvements en mouvements déterminés, saut, vol, marche, course, station, etc.; et les lobes cérébraux, pour la *volition* de ces mouvements.

IV. On a vu ensuite que le principe primordial du jeu de l'iris et de l'action de la rétine dérive des tubercules bijumeaux (1).

V. Et il a été démontré enfin que le principe des perceptions et des volitions réside exclusivement dans les lobes cérébraux, comme le principe de la coordination des mouvements de locomotion, dans le cervelet.

VI. La masse cérébrale se compose donc jusqu'ici, et sans compter la moelle allongée proprement dite, de trois organes essentiellement distincts : savoir, les tubercules bijumeaux, les lobes cérébraux, et le cervelet; et chacun de ces

(1) *Bijumeaux* ou *quadrijumeaux* : *bijumeaux* dans les oiseaux, *quadrijumeaux* dans les mammifères.

trois organes a des fonctions non moins distinctes que spécifiques.

VII. Il y a un principe primordial du jeu de l'iris et de l'action de la rétine, et il réside dans les tubercules bijumeaux; il y a un principe des perceptions et des volitions, et il réside dans les lobes cérébraux; il y a enfin un principe coordonnateur des mouvements de locomotion, et son siége est le cervelet.

VIII. Ces divers points établis, il ne restait plus qu'à déterminer si les mouvements dits de *conservation*, les seuls dont je n'eusse pas encore parlé, n'avaient pas aussi quelque pareil principe d'action ou de coordination; et, ce principe supposé, quel pouvait en être le siége.

Tel a été l'objet des expériences suivantes.

§ II.

I. Je retranchai, sur un jeune et vigoureux lapin, d'abord les lobes cérébraux, et l'animal perdit aussitôt toute faculté de vouloir et de percevoir; puis le cervelet, et il perdit toute faculté de se mouvoir avec ordre et régularité; enfin les tubercules quadrijumeaux, et ses iris, jusque là contractiles et mobiles, perdirent bientôt tout ressort et tout mouvement.

Malgré ces diverses mutilations, l'animal vivait et respirait bien.

Ce fut alors que je commençai à retrancher, par tranches successives, la moelle allongée d'avant en arrière.

Aux moyennes tranches, l'animal ne respirait déjà plus qu'avec effort.

Aux dernières tranches, il ne respirait plus.

II. Je pris un autre lapin; je retranchai pareillement les lobes cérébraux, les tubercules quadrijumeaux et le cervelet.

Pareillement, la respiration persistait toujours.

Je retranchai la moelle allongée tout d'un coup, et tout d'un coup la respiration fut éteinte.

III. Je supprimai, par coupes graduelles et successives, d'avant en arrière, la moelle allongée, sur une poule; et, la dernière coupe opérée, il n'y eut plus de respiration.

IV. Je retranchai, sur une poule et sur un pigeon, les lobes cérébraux, les tubercules bijumeaux et le cervelet, sans toucher à la moelle allongée.

Cette poule et ce pigeon survécurent plusieurs heures à ces graves mutilations.

V. Je supprimai tout d'un coup, sur une autre poule et sur un autre pigeon, la moelle allongée tout entière; et, sur ces deux animaux, la respiration fut tout d'un coup abolie.

VI. J'ai répété ces expériences sur un grand

nombre de poules, de lapins, de pigeons, de chats, de chiens, de canards, de cochons-d'inde : toujours le résultat a été le même.

VII. Ainsi donc, ni les lobes cérébraux, ni le cervelet, ni les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, n'exercent une influence directe et immédiate sur la respiration : la moelle allongée est la seule partie, entre celles qui composent la masse cérébrale, qui exerce sur cette fonction une pareille influence.

VIII. Je passe à l'examen des diverses régions de la moelle épinière.

IX. Je retranchai, sur un lapin, toute la moelle lombaire, y compris le renflement postérieur.

La respiration n'en fut point troublée.

Quelques heures après, je détruisis toute la portion de moelle dorsale qui s'étend de ce renflement postérieur à l'origine de la dernière paire intercostale, et la respiration ne parut point encore essentiellement altérée.

Je détruisis alors, petit à petit, toute la moelle costale ; le jeu des côtes s'éteignit graduellement à mesure que j'avançai, et quand j'eus fini, il était tout-à-fait éteint.

Je pénétrai plus avant, la respiration s'exécutant encore, quoique avec peine, par le diaphragme ; j'atteignis enfin l'origine des nerfs diaphragmati-

ques ; et avec la cessation du jeu du diaphragme cessa toute respiration effective : car les bâillements de la bouche et de la glotte, survivant seuls, n'avaient plus d'effet.

X. J'enlevai, sur une poule et sur un pigeon, les moelles lombaire et dorsale, jusqu'à l'origine des dernières paires intercostales.

Ces deux animaux survécurent près de deux jours à cette ablation.

XI. Je détruisis graduellement, sur une autre poule et sur un autre pigeon, la moelle costale. La respiration s'affaiblit de plus en plus, à mesure que s'opérait cette destruction ; et quand cette destruction fut consommée, il n'y eut plus de respiration, ou plutôt plus de mouvement des côtes ; car les bâillements de la bouche et de la glotte persistaient toujours.

XII. Je détruisis, sur plusieurs grenouilles, toute la moelle dorsale, sans troubler manifestement la respiration.

J'atteignis enfin l'origine des nerfs de l'appareil hyoïdien ; appareil qui, dans ces animaux, remplit, comme M. Cuvier l'a montré (1), les

(1) *Leçons d'anatomie comparée*. Paris, 1805, tom. II, p. 249 ; et tom. IV, pag. 368.

Dans les reptiles privés de côtes mobiles, comme les *salamandres*

fonctions du thorax ou du diaphragme : et ce fut alors seulement que cessèrent les mouvements inspiratoires du tronc, ceux de la tête persistant toujours.

XIII. Ainsi donc, on ne détruit tous les mouvements inspiratoires du tronc, dans les mammifères, qu'en atteignant l'origine des nerfs diaphragmatiques ; la simple destruction de la moelle costale suffit dans les oiseaux, parce qu'ils manquent de diaphragme ; et dans les reptiles batraciens, il faut aller jusqu'à l'origine des nerfs hyoïdiens.

§ III.

I. Maintenant qu'on vient d'énumérer et d'assigner les diverses parties nerveuses qui concourent au mécanisme respiratoire, il s'agit de démêler dans quel ordre, et selon quel mode, chacune y concourt.

II. Tout le monde sait qu'une inspiration, ou un mouvement inspiratoire se compose de quatre mouvements distincts, quoique exécutés simul-

et les *grenouilles*, ce sont les muscles de la gorge qui font l'effet du diaphragme; l'appareil hyoïdien, l'effet de l'appareil thoracique; et conséquemment les nerfs qui se distribuent dans les muscles de la gorge, l'effet des nerfs thoraciques ou diaphragmatiques.

tanément : le bâillement des narines ou de la bouche, l'ouverture de la glotte, l'élévation des côtes et des épaules, et la contraction du diaphragme.

Or, chacun de ces mouvements, les bâillements, la dilatation des narines, l'ouverture de la glotte, l'élévation des côtes, la contraction du diaphragme; chacun de ces mouvements, dis-je, tient en particulier à une origine particulière de nerfs.

Il est donc clair que, tant qu'on ne touche point à cette origine, le mouvement doit se conserver; et il ne l'est pas moins qu'il doit se perdre quand on y touche.

III. J'ai détruit, sur un lapin, la moelle costale, et le mouvement des côtes s'est aussitôt éteint: mais les trois autres mouvements, celui du diaphragme, celui des narines, celui de la glotte, subsistaient toujours.

IV. J'ai détruit, sur un autre lapin, et la moelle costale, et le point d'origine des nerfs diaphragmatiques; et le jeu des côtes, et le jeu du diaphragme se sont à la fois éteints; mais celui des narines et celui de la glotte n'en subsistaient pas moins.

V. J'ai détruit enfin, sur un troisième lapin, et la moelle costale, et l'origine des nerfs dia-

phragmatiques, et l'origine des nerfs de la huitième paire; soudain le mouvement des côtes, le mouvement du diaphragme, le mouvement de la glotte se sont éteints; il ne subsistait plus que les bâillements de la bouche et la dilatation des narines.

VI. J'ai procédé alors en sens inverse; j'ai retranché la moelle allongée, par tranches successives, d'avant en arrière : ce sont les bâillements qui ont disparu les premiers, puis la dilatation des narines; il ne survivait plus que les seuls mouvements inspiratoires du tronc.

VII. Ainsi, selon qu'on procède d'avant en arrière, ou d'arrière en avant, ce sont les mouvements du tronc qui survivent à ceux de la tête, ou ceux de la tête à ceux du tronc.

Nul, à cet égard, n'a de privilége; nul ne survit qu'autant qu'on respecte son origine. Chacun peut être isolément détruit ou conservé; ce n'est conséquemment d'aucun, pris séparément, que dépend l'existence de tous les autres.

§ IV.

I. Les divers mouvements qui composent le mécanisme respiratoire sont donc essentiellement distincts. D'où vient donc qu'ils concourent, qu'ils s'unissent, qu'ils conspirent avec un ordre si mer-

veilleux pour l'exécution de ce mécanisme? Chacun de ces mouvements a-t-il en soi et son premier mobile et son principe régulateur? Ou bien y a-t-il un seul premier mobile, un seul principe régulateur, qui les détermine et les ordonne tous?

II. J'ai coupé, sur un lapin, par une simple section transversale, la moelle épinière immédiatement au-dessus de l'origine de la première paire intercostale.

Soudain, tous les mouvements inspiratoires des côtes se sont éteints; et pourtant, chose bien remarquable, le tronçon de moelle duquel partent les nerfs des côtes était encore si plein de vie, que, pour peu qu'on l'excitât, la cage respiratoire se mouvait tout aussitôt comme auparavant.

III. J'ai coupé, sur un autre lapin, la moelle épinière au-dessus de l'origine des nerfs diaphragmatiques; sur-le-champ, les mouvements inspiratoires des côtes et du diaphragme ont disparu.

Cependant le fragment médullaire postérieur vivait toujours : pour peu qu'on l'irritât, il survenait aussitôt des contractions du diaphragme et des mouvements des côtes; il se faisait un véritable mouvement inspiratoire du tronc, et ce mouvement pouvait aller jusqu'à déterminer un certain bruit dans le larynx.

IV. J'ai, sur un troisième lapin, coupé la moelle

épinière, d'abord au-dessus de l'origine de l'accessoire, et puis à l'origine même de la huitième paire.

D'abord, tous les mouvements des épaules, des côtes et du diaphragme se sont éteints, et ensuite ceux de la glotte.

Et, dans les deux cas, une excitation extérieure du tronçon de moelle restant pouvait encore les ranimer tous.

V. J'ai coupé enfin la moelle allongée, sur un quatrième lapin, quelques lignes au-dessus de l'origine de la huitième paire; et tous les mouvements inspiratoires du tronc se sont conservés.

VI. Ainsi, une simple section au-dessus de la moelle costale arrête le jeu des côtes; au-dessus de l'origine des nerfs diaphragmatiques, le jeu des côtes et du diaphragme; à l'origine même de la huitième paire, tous les mouvements inspiratoires du tronc à la fois; et, quelques lignes par-delà cette origine, elle n'en arrête aucun.

Nul de ces mouvements ne contient donc en soi le premier principe de son action : il suffit de les isoler d'un point donné pour qu'aussitôt ils s'éteignent; il suffit de les maintenir réunis à ce point, pour qu'ils se conservent : c'est donc évidemment de ce point, et de ce point seul, qu'ils tirent leur premier mobile.

VII. Il n'est donc pas étonnant qu'en ne supprimant directement que ce point, on les supprime tous, sans toucher à l'origine immédiate d'aucun.

Toutefois, dans ce cas-ci, ce n'est pas précisément ces mouvements qu'on supprime; c'est seulement leur lien et leur premier mobile. Dans le fait, ils survivent tous, sinon en *acte*, du moins en *puissance:* une excitation extérieure peut encore les provoquer chacun en particulier; il n'y a d'éteint que leur simultanéité et leur spontanéité.

§ V.

I. En résumant tout ce qui précède, on voit:

1° Que les lobes cérébraux, le cervelet, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, la moelle lombaire, la portion inférieure de la dorsale, n'interviennent point directement dans la respiration;

2° Que la moelle cervicale et la moelle costale y interviennent comme agents immédiats et déterminés de certains mouvements inspiratoires;

3° Et que la moelle allongée y intervient seule comme premier mobile et comme principe régulateur.

II. Lorry et Le Gallois, conduits par des routes diverses, avaient pourtant reconnu tous deux qu'il existe un point, dans la moelle épinière et

dans le voisinage de l'encéphale, dont la destruction anéantit sur-le-champ tous les mouvements inspiratoires.

L'un plaçait ce point entre les première et deuxième vertèbres du cou; l'autre le plaçait, plus exactement, vers l'origine de la huitième paire (1).

Mais nul ne se faisait une idée juste de la manière dont il agit; l'un n'y voyait qu'un grand mystère de la puissance nerveuse (2); l'autre,

(1) La preuve évidente que ce n'est ni uniquement ni même précisément parce qu'elle est l'origine de la huitième paire, que la moelle allongée est le premier mobile de la respiration, c'est que les deux nerfs de la huitième paire peuvent être coupés, et la respiration (quoique dès lors gênée et laborieuse) n'en subsister pas moins fort long-temps encore.

J'ai vu plusieurs animaux survivre jusqu'à six et sept jours à la section complète des deux nerfs de la huitième paire.

Le principe qui ordonne et détermine le *mécanisme des puissances respiratoires* n'est donc pas dans ces nerfs; car ils peuvent être détruits, et ce principe non seulement subsister, mais déterminer et ordonner encore, comme auparavant, le *mécanisme et le jeu des autres puissances respiratoires.*

(2) Voici comment Le Gallois s'exprime: «..... C'est principalement en tant que l'entretien de la vie dépend de la respiration » qu'il dépend du cerveau; ce qui donne lieu à une grande difficulté. Les nerfs diaphragmatiques, et tous les autres nerfs des » muscles qui servent aux phénomènes mécaniques de la respiration, prennent naissance dans la moelle épinière, de la même » manière que ceux de tous les autres muscles du tronc. Comment » se fait-il donc qu'après la décapitation, les seuls mouvements

qu'une loi primordiale de cette puissance (1), ce qui n'était encore qu'un mystère un peu différemment exprimé ; nul enfin n'y voyait la source d'un ordre entier de mouvements ; je veux dire de tous les mouvements coordonnés de conservation.

§ VI.

I. La respiration n'est pas, en effet, le seul

« inspiratoires soient anéantis, et que les autres subsistent (*)? » C'est là, à mon sens, un des grands mystères de la puissance » nerveuse ; mystère qui sera dévoilé tôt ou tard, et dont la découverte jettera la plus vive lumière sur le mécanisme des fonctions » de cette merveilleuse puissance. » (*Expériences sur le principe de la vie*, etc., p. 36.)

(1) Voici ce que dit Lorry : « Coupant transversalement la moelle » de l'épine, en plusieurs endroits, je produisais, successivement, » différents degrés de paralysie. Quand je fus parvenu au cou, je » fus *fort étonné* de voir qu'en plongeant, ou un stylet, ou la » pointe d'un scalpel, sous l'occiput, j'excitais des convulsions, » et que, entre la deuxième et la troisième vertèbre, loin de produire la même chose, l'animal mourait presque sur-le-champ, et » que le pouls et la *respiration* cessaient absolument.... etc. » (Académie des sciences, *Mémoires des savants étrangers*, tom. III, pag. 366 et 367.)

(*) Dans le fait, la *possibilité de tous les mouvements partiels*, *sous l'effet d'une irritation extérieure*, subsiste après la décapitation, puisque la moelle épinière, agent producteur de tous ces mouvements, subsiste ; mais il n'y a plus, comme je l'ai montré, ni *mouvement spontané* ni *mouvement coordonné*, puisque l'encéphale, siége des parties qui *coordonnent* et *déterminent* le mouvement, est perdu. Mais, du temps de Le Gallois, la délimitation entre les parties qui *veulent*, les parties qui *coordonnent*, et les parties qui *produisent* le mouvement, n'était pas encore faite.

mouvement qui tire de ce point son premier mobile. Tous les mouvements dérivés de la respiration, le cri, le bâillement, etc., y puisent aussi leur premier principe.

II. Je retranchai, sur un lapin, toutes les parties cérébrales, à l'exception de la moelle allongée: non seulement cet animal respirait bien encore; mais, quand on le pinçait fortement, il s'agitait et criait.

III. Je retranchai, sur un autre lapin, la moelle allongée. L'animal perdit aussitôt la faculté de respirer, de crier, etc. : quelque violence que l'on mît à le pincer, il s'agitait bien encore, mais il ne criait plus.

IV. Certaines déjections alvines ou viscérales, etc. (1), exigent, dans l'état naturel, comme chacun sait, le concours de plusieurs parties diverses et éloignées. Or, tant que la moelle allongée subsiste, ce concours s'opère; il ne s'opère plus dès qu'elle est détruite.

V. La moelle allongée est donc le premier mobile de l'inspiration, du cri, du bâillement, de certaines déjections; ou, en termes plus généraux, et comme je le disais tout-à-l'heure, de tous les mouvements coordonnés de conservation.

(1) Le vomissement, l'expulsion des matières fécales, celle de l'urine, etc.

§ VII.

I. J'appelle *mouvement coordonné* tout mouvement qui résulte du concours, de l'enchaînement, du *groupement*, si l'on peut ainsi dire, de plusieurs autres mouvements, tous distincts, tous isolés les uns des autres, et qui, groupés autrement, auraient donné un autre résultat total.

Ainsi, le saut, la marche, la course, la station, le vol, etc., sont des mouvements coordonnés; des mouvements résultant du concours de plusieurs parties distinctes, séparées, isolées; dont chacune peut agir seule et séparément, ou réunie à une, à deux, à trois, à toutes les autres, et produire divers effets selon ces diverses combinaisons.

II. Pareillement, le mouvement de l'inspiration, et tous les dérivés de ce mouvement, le cri, le bâillement, certaines déjections, etc., sont encore des mouvements coordonnés.

Pour inspirer, comme pour crier, comme pour bâiller, etc., il faut le concours d'une infinité de parties diverses : des muscles de la face, du larynx, de la poitrine, des épaules, du diaphragme, de l'abdomen, etc.

III. Et j'appelle ces derniers mouvements, *mou-*

vements de conservation, par opposition aux premiers, que désignent si bien les mots de *mouvements de locomotion*.

IV. La mécanique animale se compose donc de deux ordres de mouvements coordonnés, essentiellement distincts; et, chose non moins inouïe qu'admirable, ces deux ordres de mouvements dépendent de deux organes régulateurs essentiellement distincts aussi.

De la moelle allongée dérivent tous les mouvements de conservation; du cervelet, tous les mouvements de locomotion. Et, ce qui n'est pas moins surprenant encore, c'est que la moelle épinière, agent immédiat de tous ces mouvements, n'est, cependant, ni le premier mobile, ni le principe régulateur d'aucun (1).

(1) Et ce qui ajoute le dernier trait à tout cela, c'est que ce n'est pas par les mêmes nerfs que la moelle épinière obéit au cervelet et à la moelle allongée. Je reviendrai sur ce point, dans le chapitre suivant.

CHAPITRE XI.

DÉTERMINATION DES FONCTIONS PROPRES DE LA MOELLE ALLONGÉE (1).

§ Ier.

Action comparée de la moelle épinière sur la respiration, dans les quatre classes des animaux vertébrés.

I. J'ai déterminé, par les expériences du chapitre précédent, la part que prend à la respiration chacune des diverses régions de la moelle épinière, dans les trois premières classes.

II. Ainsi, dans les oiseaux, on peut détruire, sans détruire la respiration, toute la moelle lombaire et toute la portion postérieure de la dorsale; ce n'est qu'à la destruction de la moelle costale que les mouvements inspiratoires du tronc cessent.

III. Dans les mammifères, on peut également détruire toute la moelle lombaire et toute la por-

(1) Mémoire présenté à l'Académie royale des sciences, le 3 décembre 1827.

tion postérieure de la dorsale, sans détruire la respiration : on peut même détruire la moelle costale ; le jeu des côtes s'éteint alors, mais la respiration continue par le diaphragme ; et ce n'est que lorsque la destruction atteint l'origine des nerfs diaphragmatiques que tous les mouvements inspiratoires du tronc cessent.

IV. Dans les grenouilles, enfin, et dans les autres reptiles batraciens, où le mouvement inspiratoire du tronc ne se fait plus que par l'appareil hyoïdien, on peut détruire, et toujours sans détruire la respiration, toute la moelle épinière, hors le seul point de la moelle cervicale duquel les nerfs de cet appareil naissent.

V. On peut aller plus loin encore dans les poissons, où les nerfs de l'appareil respiratoire du tronc ne viennent plus de la moelle épinière, comme dans les autres classes, mais de la moelle allongée elle-même.

Je détruisis, sur une carpe, toute la moelle épinière d'un bout à l'autre, en m'arrêtant pourtant à quelques lignes de la moelle allongée, pour ne point intéresser cette moelle dans la lésion : le mouvement inspiratoire du tronc, c'est-à-dire le jeu des opercules, survécut à cette destruction. Une heure après l'opération, il survivait encore. Tant que l'animal était dans l'eau, la respiration

était régulière et facile; dès qu'on l'en sortait, la respiration se montrait laborieuse, pénible; elle redevenait facile dès qu'on replongeait l'animal dans l'eau.

VI. J'ai répété cette expérience sur plusieurs autres carpes, sur plusieurs barbeaux, etc.; le résultat a été le même.

VII. Ainsi donc, 1° on peut détruire, impunément pour la respiration, plus de moelle épinière dans les mammifères que dans les oiseaux; plus encore dans certains reptiles; et l'on peut la détruire tout entière dans les poissons.

2° C'est tantôt d'un point et tantôt d'un autre point de la moelle épinière que part l'action immédiate de cette moelle sur la respiration, dans les diverses classes: de la moelle costale seule dans les oiseaux; de la costale et de la cervicale, dans les mammifères; de la cervicale seule, dans certains reptiles; de la moelle allongée elle-même enfin, et plus du tout de la moelle épinière, dans les poissons (1).

3° C'est tantôt par certains nerfs, c'est tantôt

(1) Ce déplacement, si curieux, de l'*appareil nerveux de la respiration* dans les diverses classes, amène, et par conséquent explique puisqu'il l'amène, le déplacement correspondant de l'appareil *viscéral et osseux* de cette fonction. Ce dernicr appareil est, en effet, situé près du bassin, dans les oiseaux; entre le bassin et la tête, dans les mammifères; sous la tête, dans les poissons, etc.;

par d'autres que se transmet cette action immédiate de la moelle épinière, ou, plus exactement, des centres nerveux (car la moelle allongée n'est plus la moelle épinière), sur le mouvement respiratoire du tronc, dans les diverses classes : par les nerfs costaux ou thoraciques seuls, dans les oiseaux; par les costaux et le diaphragmatique, dans les mammifères; par les nerfs de l'appareil hyoïdien, dans certains reptiles; et par les nerfs de la huitième paire même, dans les poissons.

4° Enfin, la moelle épinière, considérée dans l'ensemble des quatre classes, n'a, sur l'appareil respiratoire du tronc, qu'une action relative et variable comme varie l'origine même des nerfs de cet appareil, dans les oiseaux, les mammifères et les reptiles; et elle n'a plus d'action du tout sur cet appareil, du moins d'action directe et immédiate, seul genre d'action dont je m'occupe ici, dans les poissons.

§ II.

Action comparée de la moelle allongée sur la respiration, dans les quatre classes.

I. On a vu, dans le précédent chapitre (1),

et l'on voit enfin la cause de toute cette *mobilité externe*, dans la *mobilité même* de l'*appareil nerveux* duquel l'*appareil viscéral et osseux* dépend.

(1) Voyez ci-devant, page 169.

que la moelle allongée est, dans toutes les classes, l'organe *premier moteur* ou le principe *excitateur* et *régulateur* des mouvements inspiratoires; elle est encore, dans toutes les classes, l'organe immédiatement *producteur*, par ses nerfs, des mouvements inspiratoires particuliers de la face ou de la tête; elle est enfin tout à la fois dans les poissons, comme je viens de le montrer, et l'organe *premier moteur*, et l'organe immédiatement *producteur* de *tous* les mouvements de respiration.

II. La moelle allongée est donc, dans toutes les classes, l'organe *essentiel* et *primordial* du mécanisme respiratoire; et elle est l'organe *exclusif* de ce mécanisme, dans les poissons.

A mesure qu'on descend des classes supérieures aux inférieures, on voit la moelle épinière se dégager, de plus en plus, de tout concours aux mouvements respiratoires; et la moelle allongée, par une marche inverse, tendre de plus en plus, au contraire, à réunir et à concentrer en elle seule tout ce qui tient à ces mouvements; jusqu'à ce qu'enfin dans les poissons, les fonctions *réellement propres* de ces deux moelles se montrant complétement distinctes et séparées, l'une ne produise plus que les mouvements de locomotion,

et l'autre produise tous les mouvements de respiration.

III. Mais, bien que la moelle épinière *produise* tous les mouvements de locomotion, ou, plus exactement, tous les mouvements partiels et généraux du tronc et des membres (mouvements primitifs desquels les mouvements consécutifs et compliqués de la locomotion dérivent), ce n'est pourtant pas elle qui *coordonne* ces mouvements partiels ou généraux du tronc et des membres en mouvements déterminés et réguliers; saut, vol, marche, station, etc.; cette *coordination* vient d'un autre organe, et cet organe est le cervelet (1).

La moelle allongée est tout à la fois, au contraire, et l'organe *régulateur* de tous les mouvements inspiratoires, et l'organe *producteur* de tous, ou seulement, selon les classes, de certains de ces mouvements : deux modes d'action essentiellement divers, et qui ne sauraient être trop rigoureusement déterminés et démêlés l'un de l'autre. Je dis que, par l'un, la moelle allongée est moelle épinière encore, ou simple continuation de cette moelle, et produisant comme elle, par ses nerfs, tous les mouvements des parties auxquelles ces nerfs se rendent; et je dis que,

(1) *Voyez* ci-devant, page 133.

par l'autre, elle constitue un organe particulier, distinct, d'une nature propre, et d'un rang analogue, même supérieur sous certains rapports, comme on va le voir, au rang des lobes cérébraux et du cervelet.

IV. Quant au rôle de la moelle allongée dans les mouvements de locomotion, il est évident que ce rôle tient surtout à ce qu'elle forme le *lien commun* ou le *point central de jonction* entre la moelle épinière et le cervelet, c'est-à-dire entre l'organe qui *produit* ces mouvements et l'organe qui les *règle* ou les *coordonne.*

§ III.

Subordination des diverses parties du système nerveux entre elles.

I. Le premier fait qui frappe dès qu'on se met à comparer entre elles les diverses fonctions nerveuses, c'est que toutes ces fonctions ne sont pas de même ordre : il y en a qui s'exercent *spontanément* ou *primordialement;* et il y en a qui ne s'exercent, pour ainsi dire, qu'à la suite des autres et que sous leur *influence excitatrice* et *régulatrice.* C'est ici le lieu de développer, avec le détail convenable, cette démarcation des organes *régulateurs* et des organes *subordonnés* du sys-

tème nerveux : démarcation que j'ai déjà indiquée bien souvent dans cet ouvrage, et qui constitue l'une des lois fondamentales de l'action nerveuse.

II. Si l'on coupe un nerf, par une section transversale, le bout inférieur de ce nerf, séparé du système, continue encore d'*agir*, c'est-à-dire d'*exciter* des contractions dans les muscles auxquels il se rend, quand on l'*irrite;* mais il n'*excite* plus ces contractions qu'autant qu'on l'*irrite*, c'est-à-dire qu'on met son action en jeu : le nerf a donc une *action propre*, mais il a besoin pour *agir* que cette action soit mise en jeu ; le nerf n'est donc qu'une *partie subordonnée.*

III. Il en est de même de la moelle épinière : mes précédentes expériences ont fait voir que cette moelle, agent essentiel et immédiat (j'entends immédiat par ses nerfs) de presque tous les mouvements du corps, n'est cependant le *premier mobile* ou le *principe primordial* d'aucun.

La moelle épinière étant séparée de l'encéphale, *aussitôt* tout mouvement *spontané* (1) du tronc s'éteint : cette moelle conserve pourtant en-

(1) C'est-à-dire tout *mouvement régulier*; car, au moment de la section, et par suite de cette section même, il survient toujours des convulsions plus ou moins vives et plus ou moins générales, lesquelles durent d'autant plus que l'animal est moins élevé dans la série des âges ou des classes.

core son action, du moins un *certain degré* d'action; et une irritation extérieure peut mettre alors cette action en jeu, comme les centres nerveux de l'encéphale l'y mettaient auparavant.

La moelle épinière a donc, comme le nerf, une *action propre*; mais elle n'a point, non plus, de spontanéité ou de primordialité d'action; la moelle épinière n'est donc encore qu'une *partie subordonnée*.

IV. Mais d'où vient donc enfin cette *spontanéité* ou *primordialité* d'action? Elle vient de l'encéphale, et uniquement de l'encéphale, comme les expériences des premiers chapitres de cet ouvrage l'ont montré : des lobes cérébraux pour les volitions; du cervelet pour les mouvements de locomotion; de la moelle allongée pour ceux de respiration.

V. Il est un autre ordre de phénomènes que les expériences de ces premiers chapitres ont aussi montré. On peut enlever le cervelet à un animal, l'action de ses lobes cérébraux n'en persiste pas moins : on peut lui enlever les lobes, le cervelet n'en coordonne et n'en détermine pas moins tous les mouvements de locomotion : on peut lui enlever les lobes cérébraux et le cervelet, la moelle allongée n'en détermine pas moins, par elle-même et par elle seule, tous les mouvements de respi-

ration; mais dès qu'on touche à la moelle allongée, l'action de toutes les autres parties s'éteint. Ainsi les lobes cérébraux peuvent agir séparés du cervelet; le cervelet séparé des lobes cérébraux; la moelle allongée séparée des lobes cérébraux et du cervelet; mais ni les lobes cérébraux, ni le cervelet, non plus que la moelle épinière, ne peuvent agir, du moins *pleinement agir*, séparés de la moelle allongée : la moelle allongée constitue donc le point réellement central, le lien commun, le *nœud* qui unit toutes les parties du système nerveux entre elles.

VI. Je distingue l'*action* d'une partie de sa *plénitude d'action*: ce n'est pas, en effet, absolument sa *vie* ou son *action* que chaque partie tire de la moelle allongée, puisque chaque partie peut *vivre*, un certain temps, séparée de cette moelle, et même *agir* encore *quand on l'irrite;* c'est seulement ce degré de *vie* ou d'*action* par lequel chaque partie *remplit sa fonction.*

VII. Quand je coupe un nerf, par une section transversale, le bout du nerf séparé, par cette section, du reste du système et de la moelle allongée par conséquent, perd *subitement*, non pas sa *vie*, non pas son *action* même (c'est-à-dire ce *degré d'action* qu'une *irritation extérieure* peut encore mettre en jeu), mais sa *fonction.*

Il en est de même pour la moelle épinière et pour toutes les régions de cette moelle, pour l'encéphale et toutes les parties de cet encéphale : dès qu'un point quelconque de ces parties est séparé de la moelle allongée, la fonction de ce point est *aussitôt* perdue.

VIII. Il y a donc, dans chaque partie du système nerveux, un *degré de vie* ou *d'action* qu'elle conserve, séparée de la moelle allongée; et il y a un degré d'*action ou de vie* qu'elle tient uniquement de son union avec cette moelle.

IX. Les diverses parties du système nerveux ne vivent ou n'agissent donc *pleinement* qu'autant qu'elles tiennent toutes les unes aux autres, et toutes à *une;* et cette *une* à laquelle il faut que chacune des autres tienne, est la moelle allongée, cette moelle allongée que nous avons déjà vue être le *premier moteur* des mouvements inspiratoires, et dont il ne reste plus enfin qu'à circonscire et déterminer les limites et l'étendue.

§ IV.

Détermination des limites de la moelle allongée, ou, plus exactement, du siége, dans la moelle allongée, de l'organe *premier moteur* du mécanisme respiratoire, et *point central* du système nerveux.

I. Lorry est le premier qui ait reconnu ce fait

aussi curieux qu'important, savoir, qu'il y a dans les centres nerveux un *point* auquel la section de ces centres produit *subitement la mort*, tandis que, au-dessus ou au-dessous de ce point, ce phénomène si frappant d'une *mort subite* ne s'observe plus.

II. « La division et la compression de la moelle » de l'épine, dit Lorry, dans un endroit déterminé, » produit la mort subite : inférieurement à cet en- » droit, cette moelle coupée produit la paralysie ; » elle la produit de même supérieurement (1). » Il ajoute que cet *endroit déterminé* se trouve *entre les première, deuxième et troisième vertèbres*(2) : détermination qui n'est pas très rigoureuse, comme on voit, et au défaut de rigueur de laquelle il faut attribuer sans doute l'oubli injuste dans lequel est demeurée si long-temps la découverte d'un si beau fait.

III. Le Gallois a beaucoup avancé la détermination de l'endroit indiqué par Lorry, lorsqu'il a dit :

(1) Académie des Sciences : *Mémoires des Savants étrangers*, t. III, pag. 368.

(2) « Cet endroit se trouve, dans les petits animaux, entre la » seconde et troisième, troisième et quatrième vertèbres, entre la » première et seconde vertèbres du col, et entre la seconde et troi- » sième pour les animaux d'un volume plus considérable. » Lorry, *Mém. des Savants étrangers*, t. III, p. 367.

« Ce n'est pas du cerveau tout entier que dépend » la respiration, mais bien d'un endroit assez cir» conscrit de la moelle allongée, lequel est situé à » une petite distance du trou occipital et vers l'o» rigine des nerfs de la huitième paire, ou pneumo» gastriques (1). »

IV. Mais se borner à dire, avec Le Gallois, que cet endroit est *assez* circonscrit, et qu'il est situé *vers* l'origine de la huitième paire, ce n'est pas dire si c'est à cette origine même qu'il est situé, ni s'il s'étend au-dessus et au-dessous de cette origine, ni jusqu'où il s'étend, soit au-dessus, soit au-dessous; et c'est tout cela pourtant qu'il fallait dire pour arriver enfin à une circonscription précise et complète de cet *endroit.*

V. J'avais constaté, dès mes premières expériences sur la moelle allongée (2), qu'en enlevant, à l'exemple de Le Gallois, tout l'encéphale par tranches successives d'avant en arrière, ce n'était que lorsque l'on *comprenait enfin dans une tranche l'origine des nerfs de la huitième paire que tous les mouvements inspiratoires cessaient* (3). Il ne me restait donc qu'à fixer, d'une

(1) Le Gallois, *Expér. sur le principe de la vie*, Paris, 1812, p. 37.

(2) *Voyez* ci-devant, pag. 169.

(3) Le Gallois, *Expér. sur le principe de la vie*, pag. 38.

manière plus précise encore, le véritable siége, dans la moelle allongée même, du principe primordial du mécanisme respiratoire; et tel a été l'objet des expériences qui suivent.

VI. Je coupai transversalement la moelle allongée, sur un lapin, *immédiatement au-dessous ou en arrière* de l'origine des nerfs de la huitième paire (pneumo-gastriques) : tous les mouvements inspiratoires du tronc et de la tête furent, sur-le-champ, abolis.

VII. Je coupai (et toujours *transversalement*, comme dans toutes les expériences qui suivent (1)) la moelle allongée, sur un second lapin, *un peu au-dessous* de l'origine de la huitième paire : même anéantissement subit de tous les mouvements inspiratoires du tronc et de la tête.

VIII. Sur un troisième lapin, la moelle allongée fut coupée *un peu plus au-dessous* de l'origine de la huitième paire qu'elle ne l'avait été jusque là; et elle le fut *un peu plus au-dessous encore* sur un quatrième. Sur le premier de ces deux lapins, j'observe une dilatation légèrement convulsive des narines qui dure près d'une minute; il y a un bâil-

(1) Il n'est pas même nécessaire que la section soit *absolument* complète; il suffit qu'elle soit assez profonde pour détruire, dans le point divisé, les *conditions d'agir*.

lement, l'animal meurt; tous les mouvements inspiratoires du tronc avaient cessé dès l'instant même de la section. Dans le second, tous les mouvements inspiratoires du tronc cessent également avec la section; mais ceux de la tête subsistent; les narines se dilatent avec force; il y a des bâillements fréquents; tout cela dure deux minutes et demie; mort.

IX. Je n'avais coupé jusqu'ici la moelle allongée *qu'au-dessous* de l'origine des nerfs de la huitième paire; je la coupai, sur un cinquième lapin, *immédiatement au-dessus* de cette origine : les mouvements de la tête furent subitement abolis; mais ceux du tronc continuèrent, quoique très faibles et très pénibles, durant près d'une minute.

X. Je la coupai enfin, sur un sixième lapin, *un peu au-dessus* de cette origine : tous les mouvements du tronc subsistèrent avec force et régularité; ils subsistaient encore dix minutes après l'opération; une section pratiquée alors sur l'origine même de la huitième paire les abolit sur-le-champ.

XI. J'ai répété ces expériences sur plusieurs autres lapins; le résultat a toujours été le même. J'en conclus, 1° qu'il y a, dans les centres nerveux, un *point* (point où finit la moelle épinière et où la moelle allongée commence, c'est-à-dire

où finit un ordre de phénomènes et où en commence un autre; car, dans une masse de parties continues, la division rationnelle de ces parties ne peut être que la division même de leurs fonctions) auquel la section de ces centres produit *l'anéantissement subit* de tous les mouvements inspiratoires, soit du tronc, soit de la tête; 2° que ce *point* se trouve à l'origine même de la huitième paire, origine qu'il comprend dans son étendue, commençant *avec* elle, et finissant *un peu au-dessous;* et 3° enfin que les *limites expérimentales* de ce *point* sont marquées *au-dessous* par la persévérance des mouvements inspiratoires de la tête, et *au-dessus* par la persévérance de ceux du tronc.

XII. Les raisons de ce dernier mode de démarcation sont évidentes : on ne saurait juger de la limite inférieure du *point* qui nous occupe par l'abolition des mouvements inspiratoires du tronc, parce que la section, opérée dans ce cas, sépare ces mouvements (c'est-à-dire les points de moelle épinière, origines des nerfs producteurs de ces mouvements) de ce *point* qui est leur *premier moteur*, et les abolit conséquemment par cette séparation seule; et il en est de même de sa limite supérieure, que n'indiquerait pas mieux, et

pour la même cause, l'abolition des mouvements de la tête.

Je juge, au contraire, infailliblement et de la limite supérieure par les mouvements du tronc, et de la limite inférieure par les mouvements de la tête, parce que, dans l'un comme dans l'autre cas, les nerfs producteurs de ces mouvements et de la tête et du tronc, tenant toujours par leur origine à ce *point*, il est clair que ce *point* se continue tant qu'une simple section, qui l'intéresse seul, les abolit, et qu'il finit dès qu'une pareille section ne les abolit plus.

XIII. Il y a donc, dans les centres nerveux, un *point* qui gouverne tous les mouvements inspiratoires, et dont la simple division les anéantit tous; ce *point* se continue ou s'étend tant qu'une pareille division produit un pareil effet; il finit dès qu'elle ne le produit plus; il suffit que ce *point* demeure attaché à la moelle épinière pour que les mouvements du tronc subsistent; il suffit qu'il demeure attaché à l'encéphale pour que ceux de la tête subsistent; divisé dans son étendue, il les anéantit tous; séparé des uns ou des autres, ce sont ceux dont il est séparé qui se perdent, ce sont ceux auxquels il reste attaché qui se conservent. Et ce ne sont pas seulement les mouvements inspiratoires qui dépendent si impérieusement de ce *point*, ce

point est encore, comme je le disais tout-à-l'heure, le *point* duquel toutes les autres parties du système nerveux dépendent, quant à l'exercice de leurs fonctions; c'est à ce point qu'il faut qu'elles soient attachées pour conserver l'exercice de ces fonctions; il suffit qu'elles en soient détachées pour le perdre.

XIV. J'ai dit plus haut que ce *point* commence *avec* l'origine de la huitième paire et s'étend *un peu au-dessous*. Pour en déterminer les limites avec plus de précision encore, je mis à nu, sur les lapins que je venais d'opérer, toute la partie supérieure de la moelle épinière cervicale et toute la moelle allongée. Je comparai soigneusement alors les diverses sections faites sur ces parties; et voici ce que je trouvai.

La première section, ou la section pratiquée sur le premier lapin, l'avait été immédiatement *au-dessous ou en arrière* de l'origine de la huitième paire; la seconde section se trouvait *une ligne et demie* à peu près au-dessous de cette origine; la troisième, environ *trois lignes;* et la quatrième, *trois lignes et demie* plus au-dessous encore. La cinquième section enfin avait eu lieu *immédiatement* au-dessus de l'origine de la huitième paire; et la sixième près d'*une ligne* au-dessus de cette origine.

XV. Or, les mouvements inspiratoires de la tête avaient reparu dès la troisième section, et ceux du tronc dès la cinquième. La limite du *point central et premier moteur* du système nerveux se trouve donc immédiatement au-dessus de l'origine de la huitième paire; et sa limite inférieure, trois lignes à peu près au-dessous de cette origine. Ce point n'a donc, en tout, que quelques lignes d'étendue dans les lapins : il en a moins encore dans les animaux plus petits que ceux-ci, il en a un peu plus dans les animaux plus grands, l'étendue particulière de ce point variant comme varie l'étendue totale de l'encéphale; mais, en définitive, c'est toujours d'un point, et d'un point unique, et d'un point qui a quelques lignes à peine, que la respiration, l'exercice de l'action nerveuse, l'unité de cette action, la vie entière de l'animal, en un mot, dépendent.

§ V.

Remarques sur une expérience de M. Marshall Hall.

I. Un ingénieux et célèbre physiologiste, M. Marshall Hall, dit, dans ses beaux *Mémoires sur le système nerveux*, que, si l'on opère tout à la fois, sur un animal, le retranchement du *cer-*

veau et la section des *nerfs pneumo-gastriques*, la respiration est sur-le-champ abolie (1).

II. J'ai enlevé, sur un pigeon, les deux lobes cérébraux (le cerveau proprement dit), et j'ai coupé l'un des nerfs pneumo-gastriques. L'animal survivait et respirait très bien encore le lendemain de l'opération, époque où il a été employé à d'autres expériences.

III. J'ai enlevé les deux lobes cérébraux et coupé les deux nerfs pneumo-gastriques, sur un lapin. L'animal n'a plus respiré qu'avec effort; il restait couché sur le côté; mais enfin il a survécu (et par conséquent respiré encore) pendant plus d'une demi-heure.

IV. La même opération a été pratiquée sur un chien. Il a survécu pendant plus d'un quart d'heure.

V. J'ai enlevé les deux lobes cérébraux et coupé les deux nerfs pneumo-gastriques sur un pigeon.

Immédiatement après l'opération, l'animal, qui avait le jabot plein, a été pris de vomissements.

(1) *Memoirs on the nervous system*. Londres, 1837. Voici comment s'exprime M. Marshal Hall : « *Each* (soit le cerveau, soit les » nerfs pneumo-gastriques) may be removed *singly;* but *if both* » be removed, the inspirations cease, as in the experiment of di» viding the medulla oblongata at the origin of the pneumo-gastric » nerves : an experiment hitherto unexplained. » Pag. 87.

Du reste, il respirait et vivait très bien.

Le lendemain de l'opération, il vivait encore.

VI. J'enlevai le cervelet, et je coupai les deux nerfs pneumo-gastriques, sur un autre pigeon.

L'animal vivait et respirait très bien trois heures après l'opération, époque où il fut employé à d'autres expériences.

VII. Les deux tubercules bijumeaux furent enlevés, et les deux nerfs pneumo-gastriques coupés, sur un troisième pigeon.

L'animal survivait et respirait très bien trois heures après l'opération, époque où il fut employé à d'autres recherches.

VIII. Enfin, sur un quatrième pigeon, je commençai par couper les deux nerfs pneumo-gastriques; après quoi j'enlevai, d'abord les deux lobes cérébraux, puis le cervelet, puis les tubercules bijumeaux; la moelle allongée restait donc seule, mais restait entière.

L'animal survivait, et par conséquent respirait encore, plus de deux heures après l'opération.

IX. Je répétai cette expérience, sur un lapin. L'animal survécut à l'opération pendant à peu près vingt-deux minutes : sa respiration n'était plus, à la vérité, continue; mais elle se reproduisait de temps en temps, et surtout quand on irritait l'animal.

X. Ainsi : 1° l'abolition de la respiration n'est pas immédiate et brusque dans les expériences qu'on vient de voir, comme elle l'est dans l'expérience de la section transversale de la moelle allongée à l'origine de la huitième paire.

2° Le *mouvement respiratoire* survit au retranchement combiné des nerfs pneumo-gastriques et des lobes cérébraux; des nerfs pneumo-gastriques et du cervelet; des nerfs pneumo-gastriques et des tubercules bijumeaux; il survit au retranchement de toutes ces parties (les lobes cérébraux, le cervelet, les tubercules bijumeaux), combiné avec la section des nerfs pneumo-gastriques : ce mouvement ne dépend donc *essentiellement* (et il ne s'agit ici que du principe primordial, *essentiel*, de ce mouvement) ni d'aucune de ces parties prise séparément, ni de toutes prises ensemble.

3° Avec la section, au contraire, de la moelle allongée vers l'origine de la huitième paire, et avec cette section seule, à l'exclusion de toute autre lésion, tout *mouvement respiratoire* cesse sur-le-champ. C'est donc dans cette moelle, et dans cette moelle seule, que réside le principe *essentiel* et primordial de ce mouvement.

CHAPITRE XII.

UNITÉ DU SYSTÈME NERVEUX.

—

I. Chaque partie essentiellement distincte du système nerveux a, comme nous l'avons vu, une fonction propre et déterminée.

Les lobes cérébraux sont le siége du principe qui *juge*, qui se *souvient*, qui *voit*, qui *entend*, etc., en un mot qui *perçoit* et *veut*. Le cervelet *détermine* et *coordonne* les mouvements de locomotion ; la moelle allongée, ceux de conservation; la moelle épinière *lie* en mouvements d'ensemble les contractions musculaires immédiatement excitées par les nerfs.

II. Mais, indépendamment de cette action propre et exclusive à chaque partie, il y a, pour chaque partie, une action commune, c'est-à-dire de chacune sur toutes, de toutes sur chacune.

Ainsi, par les lobes cérébraux l'animal *perçoit* et *veut*, c'est leur *action propre* : la suppression de ces lobes affaiblit l'énergie de tout le système ner-

veux (1); c'est leur *action commune*. L'*action propre* du cervelet est de *coordonner* les mouvements de locomotion; son *action commune* est d'influer sur l'énergie de tout le système, etc., etc.

Chaque partie du système nerveux, les lobes cérébraux, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, la moelle allongée, la moelle épinière, les nerfs, a donc une fonction propre; et c'est là ce qui la constitue *partie distincte* : mais l'énergie de chacune de ces parties influe sur l'énergie de toutes les autres; et c'est là ce qui les constitue *parties* d'un système unique.

III. Cela posé, toute la question de l'*Unité du système nerveux* se réduit visiblement à l'évaluation expérimentale du rapport selon lequel chaque partie distincte de ce système concourt à l'énergie commune.

IV. On a vu que l'ablation des lobes cérébraux se borne à affaiblir les mouvements; celle du cervelet, à les affaiblir plus encore; tandis que celle de la moelle épinière, de la moelle allongée, ou des nerfs, les abolit radicalement. C'est que, comme on l'a vu aussi, les lobes cérébraux se

(1) Du moins *immédiatement* : la faiblesse qui suit *immédiatement* l'ablation des lobes cérébraux ou du cervelet disparaît bientôt.

bornent à *vouloir* le mouvement ; le cervelet, à le *coordonner ;* tandis que la moelle allongée, la moelle épinière, les nerfs, le *produisent.*

V. Généralement, on donne assez indifféremment le nom de *paralysie* à la perte, ou à la *faiblesse* du mouvement, quelle que soit d'ailleurs la partie nerveuse de laquelle cette perte et cette faiblesse émanent.

Ce qui précède suffit pour faire voir qu'appliqué à la destruction des lobes cérébraux ou du cervelet, le mot *paralysie* ne peut signifier, relativement aux facultés locomotrices, qu'*affaiblissement ;* tandis qu'appliqué à la destruction des moelles épinière ou allongée, il signifie *abolition radicale* de ces facultés.

VI. On a vu, d'un autre côté, que, parmi les diverses parties du système nerveux affectées aux mouvements, les unes le sont aux mouvements de locomotion, les autres aux mouvements de conservation : il s'ensuit que la destruction de celles-ci doit être bien plus promptement funeste que la destruction des autres, puisque la vie dépend immédiatement des mouvements de conservation, et ne dépend, au contraire, des mouvements de locomotion que d'une manière éloignée.

VII. Mais il est un ordre de phénomènes bien autrement propre à mettre dans tout son jour, et

cette *unité* puissante du système nerveux, qui, malgré leur diversité d'action, lie entre elles toutes les parties de ce système, et le degré d'influence selon lequel chacune de ces parties concourt à l'énergie commune.

VIII. Lorsque l'on divise, par une section transversale, la moelle épinière dans une région déterminée de son étendue, c'est la portion postérieure qui meurt, et l'antérieure qui vit.

Lorsqu'au contraire on divise les lobes cérébraux par une section pareillement transversale, c'est la portion postérieure qui vit, et l'antérieure qui meurt.

IX. En remontant de l'extrémité caudale de la moelle épinière vers un point donné de l'encéphale, c'est toujours la *portion* séparée de l'encéphale qui meurt.

En redescendant, au contraire, des lobes cérébraux vers ce point, ce sont toujours les *portions* détachées de la moelle épinière qui meurent.

Ce qui décide donc de la vie ou de la mort de ces *portions* ainsi divisées, c'est de tenir ou non à ce point.

X. Mes expériences établissent que c'est dans la *moelle allongée* que ce point important réside, commençant à l'*origine même de la huitième*

paire, origine qu'il comprend dans son étendue, et *finissant un peu au-dessous*.

Ce point est remarquable sous bien des rapports : c'est par ce point que doivent passer les impressions pour être perçues; c'est par ce point que doivent passer les ordres de la volonté pour être exécutés; c'est à ce point que finit la moelle épinière; c'est à ce point que commence la moelle allongée et par conséquent l'encéphale : il suffit que les autres parties du système nerveux tiennent à ce point pour conserver la vie; il leur suffit d'en être détachées pour la perdre : il est donc et le foyer central et le lien commun de toutes ces parties.

XI. De tout ce que je viens de dire, il suit :

1° Que, malgré la diversité d'action de chacune des parties constitutives du système nerveux, ce système n'en forme pas moins un système unique;

2° Qu'indépendamment de l'*action propre* de chaque partie, chaque partie a une *action commune* sur toutes les autres, comme toutes les autres sur elle;

3° Que le mot de *paralysie*, appliqué à la destruction des parties qui *veulent* ou *coordonnent* le mouvement, signifie simplement *faiblesse;* et qu'appliqué à la destruction des parties qui l'*excitent* ou le *produisent*, il signifie *abolition totale;*

4° Que l'influence de chaque partie du système nerveux sur la vie générale tient particulièrement à l'ordre de mouvements (de conservation ou de locomotion) qui dérive d'elle ;

5° Enfin qu'il y a, dans le système nerveux, un point placé entre la moelle épinière et l'encéphale, à peu près comme le *collet* des végétaux l'est entre la tige et la racine ; point auquel doivent arriver les impressions pour être perçues ; duquel doivent partir les ordres de la volonté pour être exécutés ; auquel il suffit que les parties soient attachées pour vivre; dont il suffit qu'elles soient détachées pour mourir : point qui, conséquemment, constitue le foyer central, le lien commun, et, comme M. de Lamarck l'a si heureusement dit du *collet* dans les végétaux, le *nœud vital* de ce système.

CHAPITRE XIII.

ACTION DU SYSTÈME NERVEUX SUR LA CIRCULATION.

—

§ Ier.

I. Il n'y a rien de plus célèbre, en physiologie, que les recherches et les expériences nombreuses auxquelles on s'est livré touchant le principe des mouvements du cœur. C'est par là, si l'on peut ainsi dire, que l'histoire de la physiologie expérimentale commence et finit.

II. Avant Haller, c'était presque toujours du système nerveux que l'on avait dérivé ce principe: les belles expériences de ce grand homme sur l'*irritabilité* semblèrent, durant quelque temps, l'y soustraire; les expériences récentes de Le Gallois semblaient l'y avoir ramené.

III. Selon Le Gallois, la destruction, non pas même de la moelle épinière tout entière, mais d'une seule quelconque de ses régions, suffit pour abolir la circulation. Et, quant aux mouvements du cœur, qui, comme tout le monde sait, survivent

long-temps encore à cette destruction, ce ne sont plus, toujours selon Le Gallois, que des mouvements débiles, impuissants, et les derniers vestiges d'une irritabilité qui s'éteint (1).

Ainsi, la circulation dérive des forces du cœur; les forces du cœur, de la moelle épinière; et, par conséquent, le système nerveux redevient le principe des phénomènes circulatoires.

IV. Mais à peine cette théorie de Le Gallois, qui restitue au système nerveux le principe des phénomènes circulatoires, commençait-elle à s'établir en France, qu'un physiologiste anglais, M. Wilson Philip, la combattait déjà par de nombreuses expériences desquelles il concluait, comme Haller l'avait conclu des siennes, que la *circulation du sang et l'action des muscles involontaires, indépendantes du système nerveux, émanent d'une force propre à la fibre musculaire* (2).

(1) *Expériences sur le principe de la vie.* Paris, 1812.

(2) « Après avoir étourdi des lapins par un coup sur le derrière de la tête, M. Wilson Philip leur enleva la moelle épinière et le cerveau, et maintint la respiration par des moyens artificiels. Il vit la circulation et le mouvement du cœur s'opérer comme dans l'état de vie : d'où il conclut que la circulation du sang et l'action des muscles involontaires sont indépendantes de l'influence des nerfs. » Voyez *Bibliothèque universelle*, tom. X, pag. 182, *Genève*, 1819; et *An exper. inquiry into the laws of the vital functions*, etc., *London*, 1817, pag. 69 et suiv.

Voilà donc le principe de la circulation tour à tour attribué, soustrait, restitué, soustrait encore au système nerveux; et l'on peut juger, par les livres usuels de physiologie, jusqu'où vont, effectivement, le vague et l'indécision qui règnent sur cette importante matière.

C'est le désir de substituer enfin quelque résultat positif et définitif à ce vague et à cette indécision qui m'a suggéré les expériences suivantes

§ II.

I. Je détruisis, sur un lapin, toute la moelle lombaire, y compris le renflement postérieur.

Au bout de dix heures, la circulation persistait encore dans le train postérieur même, c'est-à-dire dans le train dont la moelle avait été détruite. Je remarque seulement qu'au bout de ce temps elle y était sensiblement plus affaiblie que dans le train antérieur.

II. Je détruisis pareillement, sur une poule, toute la moelle lombaire et tout le renflement postérieur.

Pareillement, la circulation survivait encore dans le train postérieur même, plus de douze heures après l'opération.

III. Je détruisis, sur un cochon d'Inde, toute

la moelle lombaire, tout le renflement postérieur, et toute la portion dorsale qui va de ce renflement à l'origine de la dernière paire intercostale.

Il était deux heures quand cette opération fut terminée.

La respiration n'était nullement troublée; l'animal marchait sur son train antérieur, portait bien sa tête, et s'empressait, autant qu'il le pouvait, de s'enfuir quand on s'en approchait.

A cinq heures, lui ayant jeté quelque nourriture, il poussa des cris de joie et mangea.

A six heures, l'artère crurale donnait encore des battements sensibles; je l'ouvris, et il en jaillit du sang rouge.

IV. Sur un petit chien et sur un petit chat, âgés de dix-huit à vingt jours, je détruisis toute la moelle lombaire et toute la moelle dorso-costale.

Sur ces deux petits animaux, la circulation survivait encore, même dans le train postérieur, vingt-quatre heures après l'opération.

Je répète ici, comme remarque générale et s'appliquant à tous les cas que l'on vient de voir, que la circulation, quoique survivant dans les parties situées au-dessous de la portion de moelle détruite, s'y montrait pourtant, au bout d'un certain temps, plus affaiblie que dans les autres.

V. Je pris un lapin adulte; je détruisis d'abord

la moelle lombaire et la moelle dorsale jusqu'à l'origine de la dernière paire intercostale; j'ouvris alors la trachée-artère; j'adaptai la canule d'une seringue à insufflation à cette ouverture, et l'insufflation fut commencée du moment où commença la destruction de la moelle costale.

La moelle cervicale, la moelle allongée, toute la masse cérébrale furent ensuite successivement détruites.

L'insufflation se continuait, et la circulation persistait toujours.

Une heure après, les carotides battaient encore avec force; l'artère crurale même ayant été coupée donna du sang rouge par jets sensibles.

VI. Je pris tout de suite un autre lapin; j'ouvris le crâne; j'enlevai toute la masse cérébrale; et l'insufflation commença avec la destruction de la moelle allongée.

Je détruisis ensuite toute la moelle épinière.

A chacune de ces destructions partielles survécut la circulation; elle survécut à toutes.

VII. Je détruisis, sur un gros canard, sur un jeune coq et sur une forte poule, tout le système cérébro-spinal à la fois.

La circulation, soutenue par l'insufflation, survécut une heure dans le premier de ces animaux, et plus d'une heure et demie dans les deux autres.

VIII. La circulation survit donc, un certain temps, à la destruction totale du système nerveux.

IX. Mais on ne parvient à la détacher ainsi de ce système qu'en suppléant à propos, comme on vient de voir, à la respiration par l'insufflation.

D'où l'on pouvait inférer qu'en prenant un âge auquel la respiration ne fût pas encore devenue aussi nécessaire qu'aux âges précédemment observés, on arriverait infailliblement à maintenir la circulation beaucoup plus long-temps.

§ III.

I. Sur un petit chien, âgé de sept à huit jours seulement, j'enlevai d'abord les lobes cérébraux; la faculté de se tenir d'aplomb et de marcher, encore si imparfaite à cet âge, ne fut cependant point troublée. Le petit animal respirait d'ailleurs très bien et criait très fort quand on l'irritait.

Je retranchai le cervelet; toute faculté régulière de se mouvoir fut aussitôt perdue.

J'ôtai les tubercules quadrijumeaux; l'animal continua à respirer, à s'agiter quand on l'irritait, et à crier quand on l'irritait violemment.

J'enlevai la moelle allongée, et la respiration fut éteinte.

Je laissai l'animal un quart d'heure dans cet

état; la circulation, quoique tout le sang fût devenu noir, survivait très bien.

Je détruisis alors, avec un stylet d'acier, toute la moelle épinière d'un bout à l'autre; la circulation, qui ne charriait pourtant plus que du sang noir, survécut toujours; quarante minutes après, elle survivait encore.

II. Je détruisis sur un autre petit chien, du même âge que le précédent, tout le système cérébro-spinal à la fois.

La circulation, quoique tout le sang fût devenu noir, survécut près de cinquante minutes à cette destruction, époque à laquelle, menaçant de s'éteindre, elle fut ranimée et prolongée par l'insufflation.

§ IV.

I. Il était évident que plus on se rapprocherait du moment de la naissance, plus on obtiendrait, relativement au point de vue qui nous occupe, un succès constant et durable.

Je me procurai donc de petits chiens et de petits chats qui venaient à peine de naître, et cette fois-ci je n'usai plus du tout de l'insufflation.

II. Sur l'un de ces petits chiens, je détruisis tout le système cérébro-spinal, tout d'un coup; le sang devint tout aussitôt tout noir.

La circulation n'en survécut pas moins une heure trente-six minutes.

III. Sur un autre petit chien, je détruisis de même tout le système cérébro-spinal; la circulation, à sang complétement noir, survécut de même plus d'une heure et demie.

IV. Sur deux petits chats, le système nerveux était détruit depuis plus d'une heure, et les carotides et les crurales battaient encore, d'une manière sensible, quoique, depuis plus d'une heure, elles ne continssent plus que du sang noir (1).

V. Toutes ces expériences sur la circulation ont été répétées un grand nombre de fois sur des lapins, des chiens, des chats, des cochons d'Inde, des poules, des pigeons et des canards; mais comme, par leur nature même, elles ne peuvent que se répéter absolument les unes les autres (à quelques légères différences près dans la durée des phénomènes), il serait tout-à-fait superflu d'en ajouter ici de nouvelles à celles qui précèdent.

(1) Cette persévérance de la *circulation à sang noir* est un phénomène aussi constant qu'il est remarquable. On a vu que *cette circulation* subsiste jusqu'à une heure et une heure et demie, malgré la destruction totale du système nerveux. Elle subsiste plus long-temps encore quand la moelle épinière n'a pas été détruite : je l'ai vue survivre alors jusqu'à deux heures entières.

VI. Je me hâte d'avertir, en outre, que, lorsque je parle des dernières limites de la circulation, c'est toujours par l'état des carotides que je juge de ces limites.

En effet, la circulation se concentrant de plus en plus à mesure qu'elle s'éteint, c'est toujours par les carotides que ses derniers efforts apparaissent, le cœur pouvant battre long-temps encore après que la circulation est éteinte (1).

VII. Ainsi donc, la circulation, soutenue par l'insufflation, survit, dans les animaux adultes, à la destruction totale du système nerveux; et, dans les animaux voisins de leur naissance, elle survit à cette destruction, même sans le secours de l'insufflation. La circulation ne dépend donc pas *immédiatement* de ce système.

VIII. Mais sa dépendance, pour n'être que *médiate*, n'en est pas moins réelle.

A mesure que la destruction du système nerveux s'opère, la circulation se concentre et s'affaiblit. D'abord, la circulation capillaire sous-

(1) Ainsi, dans les cas d'asphyxie, par exemple, tant que le battement des carotides persiste avec quelque force, on peut être sûr de rappeler l'animal à la vie : on n'y peut plus compter, au contraire, quand elles ne battent plus, quoique le cœur batte encore. C'est donc d'après l'état des carotides, et non d'après l'état du cœur qu'il faut juger de la circulation. Le Gallois paraît avoir indiqué le premier ce fait si important dans la théorie de l'asphyxie.

cutanée s'éteint; puis celle des vaisseaux les plus excentriques; il ne reste bientôt plus que la circulation des troncs voisins du cœur.

IX. Le système nerveux concourt donc à l'énergie et à la durée de la circulation: car, à mesure qu'il se détruit, elle s'affaiblit; et au bout d'un certain temps qu'il est tout-à-fait détruit, elle est tout-à-fait éteinte.

En second lieu, il concourt à cette énergie et à cette durée non seulement d'une manière générale et absolue, mais encore d'une manière spéciale et déterminée: car lorsqu'une région déterminée du système nerveux est seule détruite, c'est toujours dans les seules parties correspondantes à cette région que la circulation se montre surtout affaiblie. Il y a donc une influence générale, c'est-à-dire de tout le système sur toute la circulation, et des influences locales et partielles des diverses régions de l'un sur les diverses régions de l'autre.

Enfin, dans tous les cas, la destruction complète du système nerveux affaiblit tellement l'ensemble de la circulation, que, quelque temps que la circulation vasculaire survive encore, la circulation capillaire sous-cutanée est toujours presque aussitôt éteinte.

X. Ce dernier point est remarquable · car il a

porté quelques auteurs à regarder la circulation capillaire ou comme absolument indépendante de la circulation générale, ou comme plus soumise qu'elle à l'action nerveuse, ou même comme exclusivement soumise à cette action: toutes suppositions qui ne reposent, je crois, que sur une simple apparence.

XI. La circulation capillaire n'est ni plus spécialement, ni plus radicalement soumise à l'action nerveuse que la circulation générale; mais elle accuse et manifeste plutôt les effets de cette action, parce que, placée comme elle l'est à l'extrémité de la circulation vasculaire, la force d'impulsion centrale qui n'y parvient jamais qu'affaiblie, n'y parvient plus du tout dès qu'une cause quelconque l'affaiblit plus encore. C'est ainsi que le sang coule d'un jet continu, quoique saccadé, dans la circulation vasculaire, tandis qu'il oscille et hésite dans la circulation capillaire; c'est ainsi qu'il oscille dans la circulation vasculaire même, quand elle est près de s'éteindre, et que cette circulation se rétrécit et se concentre de plus en plus à mesure qu'elle s'éteint.

XII. En résumé, le système nerveux influe sur la circulation; il y influe par tout son ensemble; il y influe par ses diverses régions; c'est surtout

par la circulation capillaire que ses moindres effets sur la circulation générale apparaissent (1).

XIII. Mais, quel que soit le concours du système nerveux dans la circulation, ce concours n'est point *immédiat*, car ce système peut être détruit et la circulation survivre un certain temps encore. Un intermédiaire particulier, le grand sympathique, s'interpose d'ailleurs, comme chacun sait, entre le système nerveux proprement dit et les organes circulatoires.

La circulation ne dépend donc, encore un coup,

(1) Quelques expériences de M. W. Philip semblent ajouter un grand poids à ces propositions. Cet habile physiologiste a vu l'application de l'alcool ou de l'opium à la moelle épinière ou au cerveau produire une accélération dans le mouvement de la circulation. (Voyez *Bibl. univ.* Genèv., tom. X, pag. 182.; et *An experiment. inquiry into the laws of the vit. func.*, etc.; chap. II, p. 80; chap. XI, p. 243.)

Je lis, en outre, dans M. Lobstein (*De nerv. sympath. human. fabric., usu et morb.*, p. 107), le passage suivant :

« Simili modo, W. Philip, admotis ad ranarum cerebrum al-
» koole, solutione opii, infuso tabaci, circulationem sanguinis in
» membranis natatoriis istorum animalium clarissime vidit accele-
» ratam ; annihilatam vero, quum cerebrum et medullam spinalem
» destruxerat. Qua re optime perspexit experimentator noster,
» motum sanguinis in vasculis minoribus nervosi systematis impe-
» rio esse subjectum. »

Enfin, les expériences de M. Treviranus, citées par le même M. Lobstein, et au même lieu, paraissent confirmer aussi cette action du système nerveux sur la circulation.

du système nerveux que d'une manière *médiate*; et ce n'est pas ce système qui l'ordonne et la détermine, comme il ordonne et détermine le mécanisme des mouvements de respiration.

§ V.

I. Peut-être s'étonnera-t-on que, de deux mouvements tels que la respiration et la circulation, confondus jusqu'ici dans la même classe sous le nom commun de mouvements involontaires, l'un dépende *immédiatement* du système nerveux, et l'autre n'en dépende, au contraire, que d'une manière *médiate*.

Mais je prie de remarquer que rien ne justifie une pareille confusion.

II. D'abord, ces deux mouvements sont loin d'être involontaires au même degré: le mouvement inspiratoire, et tous ceux qui en dérivent, le cri, le bâillement, certaines déjections, etc., tout cela est plus ou moins soumis à la volonté.

Nous agissons, quand il nous plaît, sur le mouvement de l'inspiration : nous l'accélérons, nous le ralentissons, nous le suspendons même.

Dans une infinité de cas, nous pouvons pousser des cris, ou les contenir; provoquer l'éjection des matières fécales, ou l'interrompre, etc.

Il n'en est point ainsi, au contraire, des mouvements du cœur et des intestins : mouvements absolument, constamment, et de tout point, rebelles à la volonté.

III. En second lieu, le mouvement respiratoire, comme tous les mouvements qui en dérivent, est un mouvement coordonné, résultant du concours de plusieurs parties diverses et éloignées.

Le mouvement du cœur, comme celui des intestins, au contraire, ne tient qu'à certaines parties continues, liées entre elles et ne formant toutes qu'un seul système : on pourrait dire qu'un seul organe.

IV. Enfin, la dernière et définitive différence est précisément celle qu'on vient de voir, c'est-à-dire que le mouvement respiratoire et ses dérivés tirent leur principe *immédiatement* du système nerveux ; tandis que le principe des mouvements du cœur et des intestins n'en dérive que d'une manière *médiate*.

V. Ce dernier point posé, il ne s'agirait plus que de déterminer avec précision :

1° Quel est l'intermédiaire par lequel les mouvements du cœur et des intestins tirent leur principe du système nerveux, et jusqu'à quel point ils l'en tirent ;

2° Quel est le mode d'action propre et déterminé de cet intermédiaire;

Deux questions qui se résolvent, comme tout le monde voit, dans la *détermination des propriétés et des fonctions du système nerveux*, *communément nommé grand sympathique*.

VI. Ces questions importantes seront traitées, du moins en partie, dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE XIV.

DÉTERMINATION DES PROPRIÉTÉS ET DES FONCTIONS DU GRAND SYMPATHIQUE.

§ Ier.

I. On ne sait pas encore avec certitude si le grand sympathique est, ou non, doué de sensibilité.

L'opinion aujourd'hui la plus commune le regarde comme impassible; les expériences de Bichat, de MM. Wutzer, Lobstein, etc., semblent même, jusqu'à un certain point, confirmer cette opinion.

II. Bichat ayant découvert le ganglion semi-lunaire sur plusieurs animaux, l'irrita fortement: l'animal ne s'agita point (1).

(1) Voici ce que dit Bichat : « Comme en ouvrant l'abdomen « d'un animal, d'un chien, par exemple, il vit très bien pendant » un certain temps, et reste même calme après les premiers in- » stants de souffrance, j'ai attendu ce calme qui succède à l'agi- « tation de l'incision des parois abdominales, puis j'ai mis le gan- » glion semi-lunaire à découvert, et je l'ai irrité fortement : l'ani- » mal ne s'est point agité... » (*Anat. génér.*, tom. I, pag. 227.)

M. Wutzer a répété l'expérience de Bichat, et en a obtenu le même résultat (1).

M. Lobstein avoue n'avoir jamais réussi, quelques précautions qu'il ait prises, à produire, par l'irritation immédiate du grand sympathique, le moindre signe de douleur dans l'animal (2).

Enfin, la plupart des physiologistes paraissent n'avoir pas été plus heureux, dans leurs tentatives, que MM. Lobstein, Wutzer et Bichat (3).

III. Je ne parle pas ici des effets provoqués par le galvanisme. Il ne s'agit, dans mes expériences, que de l'irritation mécanique.

§ II.

I. J'ouvris le bas-ventre, par une large incision, sur un lapin; puis je mis bien à nu le ganglion semi-lunaire du côté droit.

Cela fait, je pinçai fortement ce ganglion avec une pince à disséquer : l'animal s'agita et se débattit.

(1) *De corp. hum. ganglior. fab. atque usu;* pag. 181, Berol., 1817.

(2) *De nerv. sympathet. hum. fab. usu et morb.*, pag. 94-95. Paris, 1823.

(3) Peut-être faut-il excepter Haller, qui paraît avoir réussi, au moins une fois, à produire de la douleur sur un chien, par l'irritation du plexus hépatique : *Visum est animal doluisse*, dit-il. (*De part. corp. hum. sent. et irritab. : Oper. minor.*, tom. I, pag. 357.)

II. J'ouvris, tout de suite, le ventre d'un autre lapin; je mis le ganglion semi-lunaire droit à nu; je le pinçai fortement à plusieurs reprises, et, à chacun de ces pincements, l'animal répondit par des secousses brusques et générales.

III. J'ouvris encore le ventre d'un troisième lapin, et je mis, derechef, le ganglion semi-lunaire droit à nu.

Ce ganglion se subdivise, dans ces animaux, en deux ou trois autres ganglions formant, par l'enlacement des nombreux filets qui les unissent, une espèce de réseau ganglionnaire.

Je pinçai chacun de ces ganglions séparément, et à diverses reprises assez éloignées entre elles pour que l'effet d'une irritation ne se compliquât pas avec l'effet d'une autre.

A chacune de ces reprises, au pincement de chacun de ces ganglions, l'animal s'agita, se débattit, cria, témoigna, de toutes les manières, qu'il était sensible à ce genre d'irritation.

IV. Je mis le ganglion semi-lunaire gauche à nu, sur un quatrième lapin; je le pinçai fortement; l'animal s'émut et frémit, comme les autres lapins s'étaient émus et avaient frémi aux précédentes épreuves.

V. J'ai répété ces expériences sur plusieurs

autres lapins ; le résultat a été constamment le même.

VI. Je n'ajoute qu'une remarque : c'est que, dans ces expériences, je me borne toujours à pincer la partie soumise à l'expérience, afin d'être bien sûr de n'intéresser qu'elle. Le moindre tiraillement, pouvant se communiquer aux nerfs spinaux, qui, de près ou de loin, se joignent aux ganglions, compliquerait et embrouillerait tout.

VII. Le ganglion semi-lunaire est donc susceptible de transmettre à l'animal les impressions ou irritations qu'il éprouve ; et cette propriété qu'il partage, à l'exclusion de toutes les autres parties du corps, avec les nerfs de la moelle épinière et de l'encéphale, établit enfin, d'une manière directe et définitive, l'étroite liaison qui l'unit à ces nerfs.

VIII. Je passe à l'examen des ganglions thoraciques et cervicaux.

§ III.

I. Je découvris, sur un lapin, le ganglion cervical supérieur du côté droit ; je le pinçai fortement : l'animal resta impassible.

II. Je pinçai le ganglion cervical gauche : l'animal ne bougea pas davantage.

III. Men[illegible]
sième, su[illegible]
IV. Sur [illegible]
ganglion ce[illegible]
ble dans l'a[illegible]

I. Après [illegible]
de même [illegible]
cervical [illegible]
cique, de [illegible] nerveuse :
[illegible]ction ;
[illegible] des fonctions

1. De [illegible]
1° Que [illegible]me nerveux.
ment excita[illegible]
2° Que [illegible]
loin en loin, [illegible] nerveuse.
3° Que [illegible]
ont dit de [illegible]its réunis dans ce li-
dant, selon [illegible]ntiellement distincte
et tour à tour [illegible] fonction ou *manière*
chée (1) de [illegible]
centre [illegible] dit n'agit pas comme
[illegible]et, comme la moelle
[illegible]ngée, comme la moelle

(1) [illegible]
(2) [illegible]
(3) [illegible]

en quelque sorte, justifié par la sensibilité du réseau semi-lunaire;

4° Que l'excitabilité du grand sympathique, devenue, enfin, fait expérimental, de simple conjecture qu'elle avait été jusqu'ici, semble s'accorder assez bien avec l'opinion la plus générale et la plus ancienne peut-être que l'on ait eue de ses fonctions; opinion qui, le regardant comme le *lien sympathique* au moyen duquel le système nerveux proprement dit s'unit aux viscères, lui a, très probablement, valu ce nom de *grand sympathique*.

CHAPITRE XV.

LOIS DE L'ACTION NERVEUSE.

—

§ Ier.

Trois grandes lois régissent l'action nerveuse :

La première est la *spécialité d'action ;*

La seconde est la *subordination des fonctions nerveuses ;*

La troisième est l'*unité du système nerveux.*

§ II.

Spécialité de l'action nerveuse.

I. On a vu, par tous les faits réunis dans ce livre, que chaque partie essentiellement distincte du système nerveux a une fonction ou *manière d'agir* également distincte.

Le cerveau proprement dit n'agit pas comme le cervelet ; ni le cervelet, comme la moelle allongée ; ni la moelle allongée, comme la moelle épinière ou les nerfs.

II. Chaque partie du système nerveux a donc une action *propre* ou *spéciale*, c'est-à-dire *différente de l'action des autres;* et l'on a vu de plus en quoi cette *différence* ou cette *spécialité* d'action consiste.

Dans les lobes cérébraux réside la faculté par laquelle l'animal pense, veut, se souvient, juge, perçoit ses sensations, et commande à ses mouvements.

Du cervelet dérive la faculté qui coordonne ou équilibre les mouvements de locomotion; des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, le principe primordial de l'action du nerf optique et de la rétine; de la moelle allongée, le principe premier moteur ou excitateur des mouvements respiratoires; et de la moelle épinière enfin, la faculté de lier ou d'associer en mouvements d'ensemble les contractions partielles immédiatement excitées par les nerfs dans les muscles.

III. Le grand fait de la spécialité d'action des diverses parties du système nerveux, fait à la démonstration duquel aspiraient depuis si longtemps les plus nobles efforts des physiologistes, est donc désormais un fait établi par l'observation directe, et le résultat démontré de l'expérience.

§ III.

Spécialité des propriétés nerveuses.

I. Il y a trois propriétés nerveuses essentiellement distinctes : celle d'exciter la contraction musculaire; celle de ressentir et de transmettre les impressions; celle de percevoir et de vouloir.

J'appelle la première de ces propriétés, *excitabilité ;* la seconde est la *sensibilité ;* la troisième est l'*intelligence*.

II. Et chacune de ces propriétés a un siége déterminé, c'est-à-dire un organe propre.

L'*excitabilité* réside dans le faisceau antérieur de la moelle épinière et dans les nerfs venus des racines de ce faisceau ; la *sensibilité* réside dans le faisceau postérieur de la moelle épinière et dans les nerfs venus des racines de ce faisceau ; l'*intelligence* réside exclusivement dans le *cerveau proprement dit* (*lobes* ou *hémisphères cérébraux*).

§ IV.

Rôle spécial de chaque partie du système nerveux dans les mouvements.

I. Nul mouvement ne dérive directement de la volonté. La volonté n'est que la cause provo-

catrice de certains mouvements; elle n'est jamais la cause effective d'aucun.

Qu'un animal veuille mouvoir ou son bras, ou sa jambe, ou toute autre partie : aussitôt il la meut; mais ce n'est pas sa volonté qui anime les muscles de la partie mue, qui les excite, qui les coordonne.

Ni la production de la contraction musculaire, ni la coordination du jeu des divers muscles, contraction et coordination indispensables néanmoins pour que le mouvement s'exécute : rien de cela n'est sous la puissance de la volonté, et conséquemment des lobes ou hémisphères cérébraux en lesquels cette volonté réside.

II. La cause directe des contractions musculaires réside particulièrement dans la moelle épinière et ses nerfs; la cause coordonnatrice du jeu des diverses parties réside exclusivement dans le cervelet.

III. Voilà donc trois phénomènes essentiellement distincts dans un mouvement voulu : 1° la volition de ce mouvement, volition qui réside dans les lobes cérébraux; 2° la coordination des diverses parties concourant à ce mouvement, coordination qui réside dans le cervelet; et 3° enfin, l'excitation des contractions musculaires, la-

quelle a son siége dans la moelle épinière et ses nerfs.

IV. Puisque ces trois grands phénomènes, essentiellement distincts, résident dans trois organes essentiellement distincts aussi, on voit tout aussitôt la possibilité de n'abolir que l'un de ces phénomènes, la volonté, par exemple, en laissant subsister les deux autres, la coordination et la contraction; ou d'abolir à la fois la coordination et la volonté, en ne respectant que la contraction.

V. Et c'est là ce que les expériences de cet ouvrage ont mis dans une évidence complète.

Un animal, privé de ses lobes cérébraux, ne se meut plus spontanément ou volontairement, mais il se meut coordonnément et tout aussi régulièrement que lorsqu'il avait ses lobes.

Un animal privé de son cervelet, au contraire, perd toute coordination de ses mouvements. Cependant toutes les parties d'un tel animal, la tête, le tronc, les extrémités, toutes ces parties, dis-je, se meuvent; mais comme leurs mouvements ne sont plus coordonnés, il n'y a plus de résultat total obtenu. Un pareil animal ne marche plus, ne vole plus, ne se tient plus debout; non qu'il ait perdu l'usage de ses pattes et de ses ailes, mais parce que le principe coordonnateur de ses pattes

et de ses ailes n'existe plus. En un mot, tous les mouvements partiels subsistent encore; la coordination seule de ces mouvements est perdue.

VI. Ce que je viens de dire du cervelet, par rapport aux mouvements coordonnés de locomotion, on peut le dire de la moelle allongée, par rapport aux mouvements coordonnés de conservation.

Tant que cette moelle subsiste, ils subsistent; quand elle s'éteint, ils séteignent. C'est donc en elle que réside effectivement leur principe régulateur ou leur premier mobile.

VII. Quant à la moelle épinière, elle se borne à lier les contractions musculaires, premiers éléments de tout mouvement, en mouvements d'ensemble; et, bien que d'elle partent presque tous les nerfs qui déterminent et ces contractions et ces mouvements, ce n'est pourtant point en elle que réside l'admirable faculté de coordonner et ces contractions et ces mouvements en mouvements déterminés, saut, vol, marche, course, station, etc.; ou inspiration, cri, bâillement, etc.: cette faculté réside dans le cervelet, pour les premiers; dans la moelle allongée, pour les seconds.

VIII. Il reste une dernière considération à rappeler. Communément, les mouvements de la respiration, du cri, du bâillement, etc., sont ap-

pelés *involontaires*, par opposition aux mouvements de locomotion, qu'on appelle alors *volontaires*.

On vient de voir ce qu'il faut penser de ce mot *volontaires*, appliqué à certains mouvements. La volonté n'est jamais que la cause provocatrice, éloignée, occasionnelle, de ces mouvements; mais enfin elle peut les provoquer, en régler l'énergie, en déterminer le but; et, ce qu'il y a d'essentiellement remarquable, elle peut cela de tous points. Ainsi un animal peut, à son gré, se mouvoir ou non, lentement ou vite, dans telle ou telle direction qu'il lui plaît. Il est donc maître absolu, non pas du mécanisme de sa marche, mais de sa marche.

Il en est de même de la course et du saut, qui ne sont qu'une marche précipitée; du vol, du nagement, de la reptation, qui ne sont que différentes espèces de marche; de la station, qui n'est qu'une partie de la marche, et, en un mot, de tous les mouvements de locomotion ou de translation.

La respiration, le cri, le bâillement, certaines déjections, etc., au contraire, ne dépendent que jusqu'à un certaint point, et que dans certains cas, de la volonté. En général, tous ces mouvements ont lieu sans qu'elle s'en aperçoive, sans qu'elle

s'en mêle, sans qu'elle y participe, souvent même quelque opposée qu'elle y soit.

Enfin, les mouvements du cœur et des intestins sont totalement et absolument étrangers à la volonté (1).

Sous le rapport de la volonté, comme sous le rapport du mécanisme, comme sous le rapport des organes du mouvement, il y a donc trois ordres de mouvements essentiellement distincts. Les uns sont totalement soumis à la volonté; les autres n'y sont soumis qu'en partie; les autres n'y sont point soumis du tout.

§ V.

Subordination des fonctions nerveuses (2).

I. Les fonctions nerveuses se subordonnent les unes aux autres.

II. Il y a, dans le système nerveux, des parties qui agissent *spontanément* ou d'elles-mêmes; et il y en a qui n'agissent que *subordonnément* ou que sous l'impulsion des autres.

III. Les parties *subordonnées* sont la moelle épinière et les nerfs; les parties *régulatrices* et

(1) *Voyez* ci-devant, page 226.

(2) *Voyez* ci-devant, page 192.

primordiales sont la moelle allongée, siége du principe qui détermine les mouvements de respiration; le cervelet, siége du principe qui coordonne les mouvements de locomotion; et les lobes cérébraux, siége, et siége exclusif, de l'intelligence.

§ VI.

Unité du système nerveux (1).

I. Non seulement toutes les parties du système nerveux se subordonnent les unes aux autres; elles se subordonnent toutes à une.

II. Les nerfs et la moelle épinière sont subordonnés à l'encéphale; les nerfs, la moelle épinière et l'encéphale sont subordonnés à la moelle allongée, ou, plus exactement, au point vital et central du système nerveux, placé dans la moelle allongée.

III. C'est à ce *point*, placé dans la moelle allongée, qu'il faut que toutes les autres parties du système nerveux tiennent pour que leurs fonctions *s'exercent*. Le principe de l'*exercice* de l'action nerveuse remonte donc des nerfs à la moelle épinière et de la moelle épinière à ce *point;* et, passé ce *point*, il rétrograde des parties anté-

(1) *Voyez* ci-devant, page 208.

rieures de l'encéphale aux postérieures, et des postérieures à ce *point* encore.

§ VII.

Unité du cerveau proprement dit, ou de l'organe siége de l'intelligence (1).

I. L'unité du cerveau proprement dit, ou de l'organe siége de l'intelligence, est un des résultats les plus importants de cet ouvrage.

II. L'organe, siége de l'intelligence, est un.

III. En effet, non seulement toutes les perceptions, toutes les volitions, toutes les facultés intellectuelles résident exclusivement dans cet organe, mais toutes ces facultés y occupent la même place. Dès qu'une d'elles disparaît par la lésion d'un point donné du cerveau proprement dit, toutes disparaissent; dès qu'une revient par la guérison de ce point, toutes reviennent. La faculté de percevoir et de vouloir ne constitue donc qu'une faculté essentiellement une; et cette faculté une réside essentiellement dans un seul organe.

(1) *Voyez* ci-devant, page 98.

CHAPITRE XVI.

APPLICATIONS A LA PATHOLOGIE.

—

§ Ier.

Théorie des paralysies.

I. Je n'ai considéré jusqu'ici mes expériences que sous le rapport physiologique; mais tout le monde aperçoit le jour qu'elles peuvent jeter sur les questions les plus épineuses de la pathologie.

Et d'abord, comme je l'ai déjà remarqué, le diagnostic des lésions des diverses parties cérébrales résulte des phénomènes mêmes donnés par ces expériences.

En effet, les diverses propriétés des lobes cérébraux, du cervelet, des tubercules bijumeaux, etc., étant connues, il est clair que la *lésion* de telle ou telle de ces propriétés dénotera toujours infailliblement l'organe lésé.

Je n'en donne ici qu'un exemple un peu détaillé, tiré des paralysies.

II. Je dis donc qu'il n'est pas de *paralysie observée* que l'expérience ne reproduise; qu'il est

VI. L'expérience reproduit donc tout ce que donne l'observation; et ce que ne donne pas toujours l'observation, c'est-à-dire la cause ou le siége interne des phénomènes externes, l'expérience le donne.

Tant de belles observations recueillies par tant de savants médecins, depuis Hippocrate jusqu'à nous, peuvent donc être regardées comme des expériences dès long-temps indiquées à la physiologie.

VII. En tout genre, l'observation précède l'expérience, et la raison en est simple; c'est que l'observation est une expérience toute faite.

Mais, presqu'en tout genre, l'observation est insuffisante : elle est trop compliquée pour être comprise, trop bornée pour être féconde.

L'expérience décompose l'observation, et en la décomposant, la débrouille; elle joint les faits isolés par des faits intermédiaires, et en les joignant les complète, et en les complétant les explique. En un mot, l'observation avait commencé, l'expérience achève.

8. Dans l'étude des phénomènes naturels, il y a donc un temps pour l'observation, et il y en a un pour l'expérience.

On ne cherche d'abord qu'à constater les circonstances évidentes de ces phénomènes; l'ob-

servation suffit : on veut en pénétrer ensuite et la constitution intime et les ressorts cachés ; c'est le tour de l'expérience.

§ II.

Théorie des lésions de la tête par contre-coup.

I. En 1768, l'Académie royale de chirurgie proposa, pour la troisième fois, et pour sujet d'un double prix, la question suivante : « Établir la théorie des lésions de la tête par contre-coup, et les conséquences pratiques qu'on peut en tirer (1).

Sous une forme toute chirurgicale, ce sujet renfermait une question fondamentale de physiologie ; il la supposait même, jusqu'à un certain point, résolue.

Il est clair qu'on ne saurait établir, en effet, *la théorie des lésions de la tête*, *ou*, *plus exactement*, *de l'encéphale*, si l'on ne connaît déjà les propriétés et les fonctions des diverses parties dont cet organe se compose.

II. La question n'était donc pas très clairement posée ; je crois qu'elle aurait dû l'être ainsi : *Établir*, *par des expériences et par des observa-*

(1) *Prix de l'Acad. roy. de chirurg.*, tom. IV.

tions précises, les propriétés et les fonctions des diverses parties dont se compose l'encéphale, afin d'en déduire ensuite la théorie des lésions, soit directes, soit par contre-coup, de chacune de ces parties.

III. La circonstance du *contre-coup* ne change effectivement rien à la question, du moins sous le point de vue qui nous occupe.

Qu'il y ait lésion par coup, ou par contre-coup, peu importe; le tout est qu'il y ait lésion, et, dès qu'il y a lésion, le tout est de reconnaître les signes qui la constatent, et de remonter par les signes jusqu'au siége : tout se réduit donc toujours à *déterminer le siége d'une lésion cérébrale donnée par les signes de cette lésion.*

IV. Or, il est visiblement impossible de discerner les signes de la lésion d'un organe, si l'on ne connaît déjà les fonctions ou les propriétés de cet organe.

Les *signes*, ou les *symptômes*, ne sont que les *propriétés altérées;* la *lésion*, ou le *siége de la lésion*, n'est que l'*organe lésé :* on ne peut donc déterminer les *symptômes de la lésion*, si l'on n'a préalablement déterminé les *propriétés de l'organe.* Ces deux propositions sont corrélatives: qui énonce l'une, suppose l'autre. On ne remonte des *symptômes* au *siége* qu'en remontant des *pro-*

priétés à l'*organe* : quand on *a les propriétés d'un organe*, on a donc toujours, à coup sûr, les *signes* ou les *symptômes de sa lésion*.

V. Toute la question, toute la difficulté, dans la *théorie des lésions de l'encéphale*, consistait donc dans la détermination des propriétés ou fonctions des diverses parties qui le constituent ; il y avait donc, dans le sujet proposé par l'Académie, une question physiologique à résoudre, avant d'arriver à la question chirurgicale même. Plusieurs des concurrents eurent le grand mérite de le sentir ; l'Aadémie le sentit aussi, puisqu'elle couronna leurs Mémoires.

VI. Une courte analyse de ces Mémoires suffira, je pense, pour donner tout à la fois une idée, et des efforts remarquables de leurs auteurs, et de l'état de confusion et d'incertitude où, à l'époque de ces efforts, la science se trouvait encore.

VII. Je commence par le Mémoire de Saucerotte.

§ III.

I. J'omets tout ce qui n'a rapport qu'aux lésions des parois crâniennes, objet dont il n'est point question ici. J'arrive tout de suite au *diagnostic des lésions cérébrales*, lequel, comme le dit très

bien l'auteur, forme le *point véritablement important de sa dissertation.*

Deux voies le conduisent à ce diagnostic : les expériences sur les animaux vivants, et les observations d'anatomie pathologique.

Ses expériences n'étant qu'une répétition, quant à la méthode, de celles de Haller, de Lorry, de Zinn ; l'auteur n'opérant, comme eux, qu'à tâtons, qu'à travers une ouverture faite par le trépan, sans isoler, sans découvrir les parties sur lesquelles il expérimente ; ses expériences, dis-je, ne pouvaient le conduire et ne l'ont effectivement pas conduit à des résultats bien nouveaux. Elles sont pourtant curieuses. Il y en a vingt et une en tout : dix-sept sur les lobes cérébraux, quatre sur le cervelet.

II. Dans les trois premières, l'auteur n'a d'autre objet que d'établir le croisement de paralysie par le fait de la lésion des lobes cérébraux.

La quatrième et la cinquième, toujours sur les lobes cérébraux, montrent qu'indépendamment de l'effet croisé général de toutes les parties du corps, il existe un pareil effet croisé pour la vue.

Dans les sixième, septième, huitième et neuvième, l'auteur cherche à établir qu'outre le croisement de paralysie d'un côté du corps à l'autre,

il y en a encore un de la partie antérieure à la postérieure des lobes cérébraux, et *vice versâ*, pour le mouvement des extrémités, de façon que la lésion de la partie antérieure des lobes cérébraux paralyse les jambes de derrière, et réciproquement la lésion de la partie postérieure, les jambes de devant.

Les dixième, onzième, douzième, treizième, quatorzième et quinzième se bornent à reproduire, au moyen de compressions graduées, les résultats obtenus déjà, dans les précédentes, au moyen des sections.

La seizième et la dix-septième, sur le corps calleux, ont pour but de venir à l'appui de l'opinion de Lapeyronie, qui plaçait dans ce corps le siége de l'intelligence et du sentiment.

Des quatre expériences sur le cervelet, l'auteur conclut, 1° que le cervelet a, comme les lobes cérébraux, une *action croisée;* 2° que la lésion du centre du cervelet est constamment suivie d'une *susceptibilité*, ou *vivacité de sentiment extrême*.

III. Je ne m'arrêterai point à faire remarquer ici le peu de précision de ces expériences.

L'auteur croit exciter des convulsions par le corps calleux ; c'est qu'il touche, sans s'en apercevoir, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux :

il croit en exciter par le cervelet, c'est qu'il touche la moelle allongée. Il s'imagine que la destruction du corps calleux suffit, comme l'avait pensé Lapeyronie, pour détruire les sens et l'intelligence; c'est qu'il ne tient pas compte des autres parties des lobes cerébraux qu'il blesse pour détruire le corps calleux. Il conclut enfin, avec Lapeyronie, Louis, etc., que la lésion du centre du cervelet produit une *vivacité de sentiment extrême*, parce que, d'un côté, il confond les effets du cervelet avec ceux de la moelle allongée; parce que, de l'autre, il ne peut réussir à s'expliquer l'*agitation singulière* qui accompagne cette lésion.

Cette *agitation singulière*, suite des blessures du cervelet, a beaucoup embarrassé les observateurs : la plupart la confondent avec les *convulsions*; d'autres la regardent comme une *susceptibilité exaltée*, comme une *sensibilité exquise*, comme une *mobilité*, une *vivacité extrêmes*. Haller la définit tantôt une *convulsion universelle*, tantôt *une espèce de secoûment mêlé de tremblement*. L'action du cervelet avait été jusqu'ici une énigme. Aucun ordre de phénomènes connus ne pouvait seulement conduire à soupçonner le mot de cette énigme; il a fallu qu'il sortît de l'expérience.

IV. Je passe au Mémoire de Sabouraut.

§ IV.

I. L'auteur commence par une réflexion lumineuse sur les contre-coups.

« Les accidents causés, dit-il, par les contre-» coups sont exactement les mêmes que ceux qui » sont la suite d'un coup; et les indications cura-» tives que les uns et les autres présentent n'ad-» mettent aucune différence : d'où il résulte que » la principale difficulté, dans la théorie des » contre-coups, *consiste dans le diagnostic*, parce » que cette maladie étant une fois à découvert » doit rentrer dans la classe des maladies pro-» duites immédiatement par des coups. »

II. L'auteur de la préface du volume des *Prix de l'Académie de chirurgie*, où se trouvent les Mémoires que j'analyse, confirme cette manière de voir par la sienne.

« Il est clair, dit-il, que, dans la question dont » il s'agit, toute la difficulté consiste à *établir le* » *diagnostic*. La moindre réflexion fait voir que, » si l'on parvenait à donner les signes capables » d'indiquer le siége de la lésion par contre-coup, » dès lors la maladie rentrerait dans l'ordre com-» mun, c'est-à-dire que tous les secours de la

» chirurgie lui seraient applicables, suivant la » différence du désordre connu. Ces signes, qu'il » est si important d'exposer pour faire connaître » un genre de maladie que les anciens ont cru » devoir caractériser par la dénomination de *ca- » lamité* et d'*infortune*, devaient donc être le » principal objet du travail des concurrents, etc. »

III. Je reviens au Mémoire de Sabourant.

IV. Il reconnaît, comme Saucerotte, 1° qu'un diagnostic rationnel des lésions des diverses parties de l'encéphale ne peut reposer que sur la connaissance des propriétés ou fonctions de ces parties; 2° que des expériences directes, jointes à l'observation pathologique, peuvent seules conduire à cette connaissance.

V. Il n'a pourtant point fait d'expériences lui-même, mais il recueille et discute toutes celles qui ont été faites avant lui.

VI. Je ne le suivrai point ici dans cette discussion; je rapporterai néanmoins encore une réflexion de lui qui m'a paru bien judicieuse.

» Le point désiré, dit-il, serait de déterminer, » d'après le désordre, quel qu'il fût, dans une » fonction quelconque, quel devrait être le lieu » de la lésion cérébrale. »

On ne pouvait mieux indiquer le but; il ne

manquait, pour l'atteindre, qu'une méthode expérimentale.

§ V.

I. Je ne m'arrêterai pas, non plus, bien longtemps sur le Mémoire de Chopart.

Ce n'est pas que ce Mémoire ne soit, comme les deux précédents, plein de vues profondes, de réflexions ingénieuses, de détails savants et curieux.

Mais il y a une raison toute simple de se dispenser, quand on a donné l'analyse de l'un de ces Mémoires, de donner celle des autres; c'est que leurs auteurs, ayant puisé dans les mêmes sources (Haller, Lorry, Zinn, Lapeyronie, Pourfour Du Petit, Louis, etc.), ne font, pour ainsi dire, que se reproduire les uns les autres.

II. Ainsi, c'est toujours la stupeur et la perte des sens données pour signes exclusifs de la lésion du corps calleux, une susceptibilité extrême pour celle du cervelet, etc.; c'est toujours, enfin, le croisement de paralysie, et l'action directe des convulsions, qu'on regarde comme le principe le plus lumineux, comme la règle la plus sûre dans la pratique.

III. Au reste, ce principe si lumineux, cette

règle si sûre, aux yeux de nos auteurs, ne laissent pourtant pas de les embarrasser beaucoup.

« Le croisement de paralysie, dit Sabouraut, » s'explique bien par le croisement des nerfs; » mais l'explication que nous allons donner des » convulsions qui arrivent du côté même de la » lésion n'est pas marquée, comme celle de la pa- » ralysie, au coin de l'évidence. »

On se doute bien de l'*explication*: c'est l'*esprit animal*, c'est-à-dire le *principe moteur*, qui *coule du cerveau*, qui est *troublé dans sa sécrétion*, etc.

« Cette confusion, ou ce trouble, continue » Sabouraut, dans la sécrétion ou dans la distri- » bution du principe moteur, doit apporter beau- » coup d'irrégularité dans les mouvements qui » dépendent de ce principe, et de là les mou- » vements convulsifs dans le côté droit du corps, » c'est-à-dire du côté même de la lésion céré- » brale, etc., etc. »

IV. Je prie que l'on me permette de revenir, un moment, sur la *loi générale des effets croisés et directs du système nerveux.*

Tout le monde sait combien la détermination expérimentale de cette loi a long-temps occupé les physiologistes.

Mais, quelques efforts qu'on eût faits, jusqu'à moi, pour arriver à cette détermination d'une

manière générale et définitive, ces efforts avaient toujours manqué de succès, parce que, d'une part, on n'isolait point les diverses parties expérimentées, parce que, de l'autre, on n'expérimentait que sur certaines parties.

On se rappelle la proposition célèbre d'Hippocrate, savoir, que, « dans les plaies du cerveau, » la convulsion est toujours du côté blessé, et la » paralysie, au contraire, du côté opposé à la blessure. »

On se rappelle aussi que Haller (1), Lorry (2), Zinn (3), ont cru cette proposition d'Hippocrate confirmée par toutes leurs expériences. Saucerotte (4), Louis (5), Sabouraut (6), Pourfour Du Petit (7), Chopart (8), la regardent, ainsi que je le disais tout-à-l'heure, comme le principe le plus lumineux, comme la règle la plus sûre dans la pratique.

(1) *Mémoires sur la nature sensib. et irritab. des parties du corps anim.*, Lausanne, 1770, tom. I.

(2) Acad. des sciences, *Mém. des sav. étrang.*, tom. III.

(3) *Mém. sur la nat. sensib. et irritab.*, etc., tom. II.

(4) *Prix de l'Acad. roy. de chir.*, tom. IV.

(5) *Rec. d'observ. d'anat. et de chirurg.*, *pour servir de base à la théorie des lésions de la tête par contre-coup.* Paris, 1766.

(6) *Prix de l'Acad. roy. de chir.*, tom. IV.

(7) *Lettres sur un nouveau système du cerveau*, etc. Namur, 1710.

(8) *Prix de l'Acad. roy. de chir.*, tom. IV.

Mais, dès qu'il s'est agi de déterminer si ce double effet direct de convulsion, croisé de paralysie, appartenait à toutes les parties du cerveau indifféremment, ou n'appartenait qu'à quelques unes, à l'exclusion des autres, ou n'était qu'un résultat complexe de la lésion combinée de plusieurs; dès qu'il a fallu localiser, enfin, le doute, le vague, l'hésitation, les assertions les plus opposées ont succédé à l'assentiment commun.

Selon Haller, selon Zinn, c'est aux blessures des *parties médullaires* du cerveau qu'il faut rapporter le principe d'Hippocrate; c'est aux blessures de la *moelle allongée* que Lorry l'applique; Saucerotte, Louis, Sabouraut, Pourfour Du Petit, Chopart, à *toutes les parties du système cérébral indifféremment.*

Je l'ai montré dans le quatrième chapitre de cet ouvrage : Haller n'attribuait un double effet direct de convulsion, croisé de paralysie, aux hémisphères cérébraux, que parce que, dans ses expériences, il n'isolait point la moelle allongée de ces hémisphères; Lorry n'attribuait ce double effet à la moelle allongée que parce qu'il n'en isolait point le cervelet, etc., etc.

Le seul moyen de résoudre la difficulté était donc d'isoler les diverses parties expérimentées, de constater l'effet particulier de chacune d'elles,

d'en décomposer les effets complexes, d'en démêler les combinaisons diverses.

Or, Haller, Zinn, Saucerotte, Saubouraut, Pourfour Du Petit, Louis, etc., avaient bien reconnu l'action croisée des lobes cérébraux; Sabouraut, Pourfour Du Petit, Saucerotte surtout, avaient bien reconnu, indiqué du moins, celle du cervelet; mais aucun d'eux n'avait montré, ni comment les convulsions se joignent aux paralysies, ni comment elles s'y joignent, toujours ou presque toujours, en sens contraire; nul n'avait montré l'action croisée des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, ni l'action directe de la moelle allongée; nul enfin n'avait établi *la loi générale*, *et des effets croisés ou directs du système nerveux*, *et du rapport selon lequel les paralysies se joignent aux convulsions*.

§ VI.

Détermination du siége de l'âme.

I. Un Mémoire sur lequel je crois devoir arrêter un moment encore l'attention du lecteur est celui de Lapeyronie, intitulé : *Observations par lesquelles on tâche de découvrir la partie du cerveau où l'âme exerce ses fonctions* (1).

La détermination de *la partie dans laquelle*

(1) *Mém. de l'Acad. des sciences*, année 1741.

l'âme exerce ses fonctions, ou, comme on dit en anatomie, du *siége de l'âme*, a occupé, de bonne heure, les médecins, les philosophes, les physiologistes.

On a tour à tour supposé ce siége dans le sang, dans la poitrine, dans le cœur, dans le foie, dans presque toutes les parties du corps : il n'y a, en particulier, dans le cerveau, aucun recoin où quelque auteur n'ait imaginé de le placer, et d'où quelque autre auteur ne l'ait ensuite exclu.

Descartes l'avait supposé dans la glande pinéale; Willis, dans les corps cannelés; Lapeyronie se détermina pour le corps calleux.

II. Les faits ne manquèrent pas à celui-ci pour établir que, ni la glande pinéale, ni les corps cannelés, ni les couches optiques, ni le cervelet, ne sont le siége réel, ou du moins exclusif, des fonctions de l'âme. Il n'en a pas manqué depuis pour établir que le corps calleux n'avait pas des titres mieux fondés à cette prérogative.

III. Mais on peut dire que ces faits mêmes, tout en renversant successivement des opinions hasardées ou préconçues, ne tendaient pas moins à établir ces deux points capitaux, mis dans une évidence complète par mes expériences : l'un, que toutes les parties du cerveau, prises collectivement, ne sont point indispensables aux *fonc-*

tions de l'âme; l'autre, qu'aucune des parties que je viens de nommer, prise séparément, ne l'est pas non plus.

IV. En effet, on a vu, par mes expériences, que non seulement le cervelet, les couches optiques, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, etc., ne concourent point à l'exercice de l'intelligence; mais que, dans les lobes cérébraux mêmes qui y concourent essentiellement et exclusivement, toutes les parties ne sont pas indispensables à cet exercice.

Ainsi, 1° les lobes cérébraux peuvent perdre, soit par-devant, soit par-derrière, soit par en haut, soit par côté, une certaine étendue de leur substance, sans perdre leurs fonctions; 2° dès que la perte de substance dépasse une certaine étendue, les fonctions sont perdues..

Le *siége* de l'intelligence peut donc, pourvu que la lésion ne dépasse pas certaines limites, être attaqué sur presque tous ses points, sans perdre ses fonctions; quel que soit le point attaqué, au contraire, si la lésion dépasse certaines limites, toutes les fonctions sont perdues

La conservation ou la perte de ces fonctions dépend donc, non pas précisément de tel ou tel point donné des lobes cérébraux, mais du degré

de l'altération de ces lobes, quels que soient d'ailleurs le point ou les points attaqués.

Les lobes cérébraux concourant effectivement, par tout leur ensemble, à l'exercice de leurs fonctions, il est tout naturel qu'une de leurs parties puisse suppléer à l'autre, que l'intelligence puisse conséquemment subsister ou se perdre par chacune d'elles. Et voilà bien plus de raisons qu'il n'en fallait pour placer tour à tour le *siége de cette intelligence* dans chacune de ces parties, et pour l'exclure ensuite tour à tour de chacune. L'erreur consistait à ne considérer que tels ou tels points donnés des lobes cérébraux, quand il fallait les considérer tous.

V. Ainsi Willis ne supposait très probablement le *siége* des fonctions intellectuelles dans les corps cannelés, que parce que, dans ses observations, c'était principalement les corps cannelés qu'il avait trouvés sains, au milieu de lésions qui n'avaient aboli ni les sens ni l'intelligence. Lapeyronie ne le supposait, au contraire, dans le corps calleux, que parce que, dans ses observations, c'était principalement le corps calleux qu'il avait trouvé détruit ou altéré, à la suite de lésions qui avaient altéré ou détruit les sens et l'intelligence, etc., etc.

VI. Toutes ces combinaisons diverses de lésions cérébrales, circonscrites ou étendues, générales ou partielles, dont on trouve tant d'exemples dans les auteurs, concourent donc à confirmer ce résultat fondamental, établi dans le troisième chapitre de cet ouvrage, savoir : « Qu'*une lésion* » *déterminée des lobes cérébraux*, *quel qu'en soit* » *le siége*, peut très bien, pourvu qu'elle ne dé- » passe pas certaines limites, coexister avec l'exer- » cice des fonctions intellectuelles; tandis qu'il » n'est aucune lésion de ces organes, *quel qu'en* » *soit le siége encore*, qui, dès qu'elle dépasse cer- » taines limites, puisse coexister avec ces fonc- » tions. »

CHAPITRE XVII.

EXPÉRIENCES SUR LA RÉUNION DES NERFS (1).

—

I. J'ai fait voir, par mes précédentes expériences, que les diverses parties du système nerveux peuvent être plus ou moins complétement séparées du reste du système, et conserver néanmoins encore *un certain degré de vie ou d'action* : c'est par ce *degré de vie ou d'action* qui leur reste que ces parties sont susceptibles de se rapprocher des parties dont on les a séparées, de se reunir avec elles, et de recouvrer ainsi, dans certains cas, par cette réunion, et la *plénitude de leur vie et le plein exercice de leurs fonctions*.

II. Un lobe cérébral, par exemple, divisé par une incision profonde, perd sur-le-champ ses fonctions ; mais, au bout de quelque temps, cette incision se *cicatrise*, les parties divisées se *réunissent*, et les fonctions du lobe reviennent.

(1) Mémoire présenté à l'Académie royale des sciences de l'Institut, le 3 décembre 1827.

Il en est de même pour l'autre lobe, pour le cervelet, pour les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, etc.; il en est de même, enfin, pour la moelle épinière, comme on va le voir.

III. Je fendis longitudinalement, sur un canard, tout le renflement médullaire postérieur : sur-le-champ l'action des deux jambes fut extrêmement affaiblie; la queue était dans une agitation presque continuelle. Quand l'animal voulait marcher, il étendait ses ailes et ouvrait sa queue pour venir au secours de ses jambes qu'il ne remuait plus qu'avec lenteur, avec peine, et qui fléchissaient à tout moment sous lui ; aussi demeurait-il presque toujours couché sur son ventre.

Au bout de trois mois, l'animal se servait de ses jambes tout aussi bien qu'avant l'expérience : je mis alors le renflement opéré à nu, et j'en trouvai les parties divisées presque entièrement réunies.

IV. Je fendis le renflement postérieur en travers, mais incomplétement, sur un autre canard. L'usage des jambes fut aussitôt presque entièrement perdu; l'animal les remuait encore un peu, mais il ne pouvait plus se soutenir sur elles, et il n'avançait plus que par le secours de ses ailes. La queue s'agitait souvent et avec force, surtout quand on la pinçait ou qu'on la touchait.

L'animal reprit peu à peu l'usage de ses jam-

bes; quelques mois après l'opération, il l'avait presque entièrement repris; et le renflement opéré ayant été mis alors à nu, j'en trouvai les parties divisées presque entièrement réunies.

V. Je fendis enfin, transversalement et complétement, la moelle épinière, sur un troisième canard, un peu au-dessus du renflement postérieur. L'usage des jambes fut aussitôt complétement perdu, l'animal ne pouvait plus du tout ni les remuer à son gré, ni se soutenir sur elles. La queue se remuait avec force dès qu'on la touchait.

Ce canard mourut le surlendemain de l'expérience: je mis aussitôt le point de moelle épinière opéré à nu; cette moelle était divisée dans toute son étendue transversale, mais ses deux bouts divisés, tant l'inférieur que le supérieur, se montraient déjà gonflés et rapprochés l'un de l'autre: circonstance importante et qu'on peut regarder comme un premier pas vers la réunion complète, et depuis long-temps connue, qu'offrent les divisions transversales des nerfs.

VI. Les expériences de Fontana (1), sur la réunion des nerfs, sont célèbres; elles ont été répétées par un grand nombre de physiologistes: je les ai répétées moi-même; et voici quelques ré-

(1) *Traité sur le venin de la vipère*, etc., Florence, 1781, t. II.

sultats particuliers qu'elles m'ont offerts, et qui ne me paraissent pas avoir été indiqués encore.

VII. Je coupai en travers le nerf de la huitième paire ou pneumo-gastrique droit, sur un coq. Deux mois après, la plaie extérieure étant entièrement cicatrisée, je mis le nerf opéré à nu. Les bouts divisés étaient très gonflés et entièrement réunis l'un à l'autre.

Il importait de voir si le bout inférieur avait réacquis, par sa réunion avec le bout supérieur, la facuté de concourir à une réunion nouvelle. Je divisai donc, de nouveau, le nerf cinq à six lignes au-dessous du point précédemment divisé et maintenant réuni. Deux mois après, l'animal étant mort par suite d'un accident étranger à l'expérience, je trouvai la réunion de cette nouvelle division encore complète, et les deux bouts réunis, pareillement très gonflés.

VIII. Je coupai en travers, sur un autre coq, le nerf pneumo-gastrique gauche. Au bout de huit mois, l'animal, bien nourri, avait beaucoup engraissé, et la plaie extérieure était depuis très long-temps entièrement cicatrisée. J'examinai alors le nerf opéré; je trouvai les deux bouts qui avaient été divisés entièrement réunis, et, au point de leur réunion, très gonflés. Il ne restait plus qu'à voir si le nerf avait repris ses

fonctions : je coupai donc le nerf pneumo-gastrique droit. L'animal respira d'abord avec peine, mais cette gêne de la respiration ne persista pas : le lendemain, l'animal respirait bien, il buvait et mangeait. Le troisième jour, la gêne de la respiration reparut : l'animal devint triste ; il restait presque toujours à la même place, il ne mangeait plus, il essayait quelquefois de boire. Le quatrième jour, la respiration ne se faisait plus qu'avec effort : l'animal mourut.

IX. Je divisai transversalement le nerf sciatique droit, sur une poule : la *patte* fut aussitôt paralysée, et tout mouvement des doigts perdu. Dix mois après l'opération, cette poule n'avait pas repris l'usage de sa patte ; et elle ne pouvait marcher qu'en s'appuyant sur le coude que forment, à leur jonction, les os de la jambe et du tarse.

Je mis le nerf sciatique opéré à nu ; les bouts qui avaient été divisés étaient réunis, et le point de leur réunion était très gonflé. Je voulus voir si, à défaut de la fonction, la communication des irritations était du moins rétablie. Je pinçai donc, tour à tour, ce nerf, sur le point renflé de la réunion, au-dessus et au-dessous de ce point. A toutes ces irritations, soit au-dessus, soit au-dessous, soit sur le renflement même de la réunion, l'animal criait, s'agitait et remuait sa patte. La

communication à travers le *point de réunion*, c'est-à-dire la *continuité de vie et d'action*, était donc complétement rétablie. De plus, bien que l'animal ne mût plus ou presque plus sa patte de lui-même, surtout les doigts de cette patte, et ne s'en servît plus pour marcher, cependant, quand je pinçais le nerf sciatique, et dans quelque point de son étendue que le pincement eût lieu, la patte et les doigts de cette patte se mouvaient aussitôt, quoique faiblement.

X. Je coupai, en travers, le nerf sciatique de la jambe gauche, sur une autre poule; et, au lieu de laisser libres, comme dans l'expérience précédente, les bouts divisés du nerf, je les maintins rapprochés l'un de l'autre (1) par quelques points

(1) Il y a un phénomène qui m'a souvent frappé dans le cours de ces expériences.

Quand on rapproche les deux bouts divisés d'un nerf (pneumogastrique, sciatique ou autre), on aperçoit, au moment même du contact, un *petit mouvement* d'attraction, ou de rejonction d'un bout à l'autre. On dirait que ces deux bouts cherchent à se presser et à se pénétrer réciproquement. C'est là sans doute le premier indice de la *tendance* à se rapprocher et à se réunir qu'offrent toujours les deux bouts divisés d'un nerf, dès qu'ils sont divisés, et par laquelle ils se rapprochent et se réunissent en effet, quelque écartés qu'ils soient d'abord l'un de l'autre au moment de la division.

Ce phénomène mérite d'être suivi; il serait le premier exemple d'un mouvement réel et actif du tissu nerveux.

de suture passés dans la cellulosité fine qui entoure le névrilème. J'espérais obtenir, par ce rapprochement artificiel, une réunion plus parfaite des bouts divisés, et par suite un retour plus complet de la fonction du nerf. Cependant, huit mois après l'opération, l'animal n'avait point repris encore l'usage de sa patte, et ne marchait, comme le précédent, qu'appuyé sur le coude formé par l'articulation tibio-tarsienne.

Je mis le nerf opéré à nu; la réunion des bouts divisés était complète et leur point de réunion très grossi. Je pinçai le nerf *au-dessus* du point renflé de la réunion, l'animal cria et les doigts de la patte se contractèrent; je le pinçai *au-dessous*, même résultat; je pinçai *le point de la réunion*, et même résultat encore.

XI. Je coupai, sur un coq, les deux nerfs principaux qui, du plexus brachial, vont, l'un à la face supérieure, et l'autre à la face inférieure de l'aile. A la section du premier de ces nerfs, l'aile commença à traîner et à se mouvoir avec peine; à la section du second, elle traîna tout-à-fait, et son extrémité (partie à laquelle se rendaient principalement les nerfs coupés) ne se mut plus du tout. Je croisai alors les bouts des nerfs divisés, en joignant le bout supérieur d'un nerf avec le bout inférieur de l'autre, et réciproquement; et je

maintins ce *croisement artificiel* par un point de suture.

Au bout de quelques mois l'animal avait parfaitement repris l'usage de l'extrémité de son aile, laquelle ne traînait plus, et dont il se servait pour voler tout aussi bien qu'avant l'expérience. La plaie extérieure était depuis long-temps entièrement cicatrisée. Je mis les nerfs opérés à nu : ils étaient complétement réunis, et dans l'ordre même où je les avais placés ; c'est-à-dire que le bout inférieur d'un nerf se continuait avec le bout supérieur de l'autre, et réciproquement.

Je pinçai ces nerfs *au-dessus* du point de leur réunion, l'aile se mut aussitôt, et l'animal cria ; je les pinçai *au-dessous*, l'animal le sentit de même, et son aile se mut encore ; pareille chose eut lieu, quand je pinçai le *point grossi* de la *réunion*. Et de plus, quand je pinçais le nerf supérieur *au-dessus du point de la réunion*, c'étaient les muscles de la face inférieure de l'aile qui se contractaient ; et c'étaient, au contraire, les muscles de la face supérieure de l'aile qui se contractaient quand je pinçais le nerf inférieur, toujours *au-dessus du point de la réunion*. La communication des irritations était donc parfaitement rétablie dans tout le trajet des nerfs réunis ; et, de plus, elle s'opé-

rait dans un *sens croisé*, sens croisé déterminé par le *croisement artificiel* des nerfs mêmes.

XII. Je fis, sur un autre coq, une expérience dont le résultat pouvait être plus curieux encore. Je coupai d'abord, sur ce coq, le nerf pneumo-gastrique droit en travers; puis je réunis, par un point de suture, le bout inférieur de ce nerf au bout supérieur ou spinal du nerf de la cinquième paire cervicale, préalablement coupé aussi en travers.

Au bout de trois mois, je trouvai les bouts, *artificiellement* rapprochés, de la cinquième paire *cervicale* et de la huitième paire *encéphalique*, parfaitement réunis l'un à l'autre, et très grossis au point de leur réunion.

Je coupai alors le nerf pneumo-gastrique gauche, pour voir si le pneumo-gastrique droit avait repris ses fonctions; mais l'animal tomba aussitôt dans cet état de respiration pénible et de suffocation qui accompagne toujours la section simultanée des deux nerfs pneumo-gastriques; le second jour de cette nouvelle opération, il mourut.

XIII. Je répétai cette expérience de l'union du bout inférieur du nerf pneumo-gastrique droit avec le bout supérieur du nerf de la cinquième paire cervicale, sur un canard. Je réunis de plus, sur ce canard, le bout inférieur du cinquième

nerf cervical avec le bout supérieur du nerf de la huitième paire. Au bout de trois mois et demi, la réunion des bouts *artificiellement* rapprochés se trouva complète, et dans le sens même selon lequel ces bouts avaient été rapprochés : mais, à la section du nerf pneumo-gastrique gauche, l'animal tomba dans le même état que le précédent.

XIV. On sent combien un succès complet, c'est-à-dire le retour de la fonction, aurait été curieux dans ces deux dernières expériences, puisqu'*un nerf cérébral* aurait alors tiré le principe de ses fonctions d'*un nerf de la moelle épinière même*, ou, en d'autres termes, d'un point des centres nerveux tout-à-fait différent de celui duquel, dans l'état naturel, il le tire. Je me propose de les répéter.

XV. Ainsi, 1° les plaies de la moelle épinière sont, comme celles de l'encéphale, susceptibles de réunion et de cicatrisation ; et, avec la réunion de la plaie, la fonction revient. 2° Les nerfs, transversalement et complétement divisés, sont susceptibles de se réunir. 3° Un nerf coupé se réunit ; et, cette réunion opérée, si on le coupe de nouveau, au-dessous du premier point d'abord divisé et puis réuni, il se réunit encore. 4° On peut *croiser* deux nerfs différents de manière que le bout supérieur de l'un corresponde au

bout inférieur de l'autre, et réciproquement; et, dans ce cas, la réunion s'opère encore. 5° Enfin, on peut joindre le nerf de la huitième paire à un nerf cervical; et la réunion a encore lieu. 6° Dans tous ces cas, la communication des irritations, par les *points réunis*, se rétablit en entier; et il y a de nouveau ainsi *continuité de vie et d'action* dans le nerf, comme *continuité de tissu.* 7° Quant au retour de la fonction, je n'ai pu en juger dans la première expérience; il a été incomplet dans les seconde, troisième et quatrième; il a paru complet dans la cinquième; et il a été nul dans les sixième et septième.

Voici encore deux autres expériences.

I. Le nerf sciatique fut coupé, sur un coq, et le fut avec perte de substance. Je retranchai en effet, de l'un des bouts coupés, un morceau long d'environ trois lignes.

Pendant près de deux mois, l'animal traîna sa jambe.

Cinq mois après l'opération, le coq se servait de sa jambe pour marcher; il la fléchissait, il la relevait. Les seuls doigts du pied restaient fléchis et immobiles; et l'animal s'appuyait sur ces doigts fléchis, comme sur un moignon.

Le nerf, qui avait été coupé, fut mis à nu : les irritations faites sur le point même de la réunion, celles faites au-dessus de ce point, et celles faites au-dessous excitaient également des douleurs dans l'animal et des mouvements dans la jambe, et dans la jambe entière, c'est-à-dire jusque dans les doigts habituellement immobiles et fléchis.

II. Je coupai le nerf pneumo-gastrique droit, sur un pigeon; au bout de cinq mois, je coupai, sur ce même pigeon, le nerf pneumo-gastrique gauche.

L'animal survécut neuf jours à la nouvelle opération.

On le vit même, pendant ce temps, manger à plusieurs reprises.

III. J'aurais beaucoup d'autres faits à citer encore; mais ils ne prouveraient tous que la même chose : je veux dire la *réunion du nerf*, et la *restitution plus ou moins complète* de ses *fonctions* (1).

(1) Depuis la première édition de cet ouvrage, M. Steinrueck a publié de nouvelles et importantes recherches sur la réunion des nerfs. *Voyez* sa Dissertation, intitulée : *De nervorum regeneratione*. Berol., 1838, in-4°.

CHAPITRE XVIII.

CONSIDÉRATIONS SUR L'OPÉRATION DU TRÉPAN.

Épanchements cérébraux (1).

§ Ier.

I. Entre les grandes opérations de la chirurgie, celle qui me paraît avoir fixé, de tout temps, avec le plus d'attrait l'attention des observateurs, est l'opération du trépan. Nulle autre peut-être ne montre au même degré cette connexité profonde qui lie partout la pathologie, soit qu'on l'appelle chirurgicale ou médicale, à la physiologie.

II. On ne peut étudier cette longue suite d'observations recueillies par Quesnay, par Lapeyronie, par Pourfour Du Petit, par Louis et par quelques autres, sans croire lire des expériences de physio-

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences, le 29 novembre 1830.

logie; et, réciproquement, il serait difficile de ne pas voir que toute expérience de physiologie, rigoureusement déterminée, n'est autre chose qu'une opération de chirurgie, mais une opération neuve, originale, et que l'art pratique n'aurait peut-être pas conçue.

III. Dès mes premières expériences sur les fonctions propres des diverses parties qui constituent l'encéphale, j'ai fait voir que la méthode employée jusque là dans ces expériences, était radicalement vicieuse : 1° parce que, en se bornant, comme tous les expérimentateurs l'avaient toujours fait jusqu'à moi, à ouvrir le crâne par un trépan, et à enfoncer un trois-quarts ou un scalpel par cette ouverture, on ne savait jamais réellement ni quelles parties on blessait, ni conséquemment à quelles parties il fallait rapporter les phénomènes qu'on provoquait; 2° parce que, avec ces ouvertures de trépan, telles qu'on les faisait, on compliquait, presque toujours, les *effets propres* de la lésion d'une partie donnée, des *effets plus ou moins généraux* produits, soit par les *épanchements de sang*, soit par les *exubérances cérébrales;* ce qui, mêlant et confondant tout, ne permettait d'obtenir aucune *fonction distincte.*

IV. Cependant, cette *distinction des fonctions* étant le but même des expériences, et ce but ne

pouvant être atteint que par l'*isolement des parties*, il est évident que le premier pas à faire était d'imaginer une méthode qui *isolât ces parties*. Mais il est évident aussi que, le *procédé expérimental* n'étant autre que le *procédé opératoire*, la réforme apportée dans l'un, devait aussi être apportée dans l'autre; car il n'importe pas moins en chirurgie qu'en physiologie, dès qu'on agit sur le cerveau, et de discerner les parties qu'on blesse, et de prévenir la complication, soit des *épanchements*, soit des *exubérances*.

V. Je commence par l'examen du mécanisme selon lequel agissent les *épanchements cérébraux*.

§ II.

I. Les expériences qui suivent montrent: 1° que l'épanchement d'un liquide quelconque n'agit (du moins sous le point de vue mécanique, le seul qui m'occupe ici) sur un organe solide, que par *compression;* et 2° que cette *compression*, portée au point de déterminer des effets sensibles, ne peut avoir lieu, si le liquide n'est à son tour *comprimé*. D'où il suit que, relativement au cerveau, un épanchement quelconque ne saurait le comprimer de manière à produire de pareils effets, si le crâne et la dure-mère sont enlevés, et

que tout épanchement, au contraire, pourvu cependant qu'il dépasse une certaine limite, comme on va le voir, le comprimera, si ces enveloppes subsistent.

II. Ainsi, ce n'est pas par son *poids* qu'un épanchement cérébral *agit*, c'est-à-dire *détermine des effets sensibles; il agit* par la compression qu'il éprouve de la part du crâne ou de la dure-mère qui le contiennent, et qu'il transmet au cerveau sur lequel il porte.

III. Le mécanisme de l'action de tout épanchement cérébral n'est donc qu'une *pression transmise*.

IV. Pour mettre cette proposition dans tout son jour, il s'agit de montrer par des expériences directes : 1° qu'un épanchement quelconque ne provoque jamais seul, ou sans le concours de la pression du crâne ou de la dure-mère, les effets de la compression du cerveau; et 2° qu'il provoque ces effets, dès qu'à son poids s'ajoute cette pression, soit de la part du crâne, soit de la part de la dure-mère.

V. On sent que le premier point, dans toute expérience qui tend à déterminer ou à circonscrire les *effets propres d'un épanchement*, est de ne pas compliquer cet *épanchement* par une *lésion* ou *blessure cérébrale*. C'est ici le cas exactement

inverse de celui de mes précédentes expériences où le premier point était, au contraire, de ne pas compliquer la *lésion* ou *blessure* par un *épanchement*. En un mot, dans mes précédentes expériences, je cherchais à ne produire que des *lésions* sans *épanchements;* j'ai cherché, dans celles-ci, à ne produire que des *épanchements* sans *lésions*.

VI. Mais, dans ces précédentes expériences dont je viens de parler, quelques précautions que je prisse pour éviter les épanchements, je n'y réussissais pas toujours; et voici ce que j'observais alors.

Ou le sang épanché s'écoulait librement à l'extérieur; et alors l'animal n'éprouvait d'autre effet que le simple affaiblissement qui résulte de toute perte de sang.

Ou l'ouverture du crâne se trouvant fermée, soit par un caillot, soit par une croûte de sang desséché, le sang s'épanchait à l'intérieur; et alors je voyais bientôt survenir tous les effets de la compression du cerveau; je voyais ces effets subsister tant que la croûte ou le caillot subsistaient; et la croûte ou le caillot enlevés, je voyais ces effets disparaître.

VII. Ainsi, dans tous les cas où l'épanchement, retenu par une croûte ou par un caillot, se faisait à l'intérieur, je voyais, au bout d'un certain temps,

c'est-à-dire après une certaine quantité de sang épanché et refoulé sur le cerveau, l'animal tomber dans l'assoupissement et la léthargie; sa tête se pencher, se baisser, s'appuyer à terre; ses yeux se fermer; sa respiration devenir bruyante, stertoreuse; et puis tout-à-coup il relevait la tête, surtout si on le touchait, et il la secouait avec force.

VIII. Dans quelques uns de ces cas, la croûte ou le caillot se maintenant dans leur position, les effets de la compression ne tardaient pas à s'accroître. A la stupeur se joignait bientôt le trouble des mouvements; enfin des convulsions violentes agitaient tout le corps, et l'animal mourait au milieu de ces convulsions.

IX. Dans quelques autres cas, au contraire, les secousses vives et répétées de la tête faisaient sauter le caillot ou la croûte; et aussitôt le sang jaillissait au loin avec force; et à peine le sang avait-il jailli que l'animal, plongé dans la stupeur, se réveillait brusquement et comme en sursaut, et que le désordre des mouvements et les convulsions cessaient.

Je remarquais que souvent, au moment où il se réveillait, l'animal poussait un cri perçant; et que, presque toujours, il reprenait, avec une rapidité surprenante dès que le sang avait jailli, ses mouvements et ses facultés.

X. Sans doute que ces effets, vingt fois reproduits dans le cours de mes précédentes expériences, suffisaient pour me montrer et quel est le genre d'action des épanchements, et quelles sont les conditions sous lesquelles cette action s'opère. Mais, entraîné par le récit de ces expériences et de leurs résultats immédiats, je n'avais pu développer alors, avec le détail convenable, le mécanisme de cette action. J'ai donc cru qu'il ne serait pas inutile de revenir sur le développement de ce mécanisme, et d'en faire l'objet particulier de quelques nouvelles expériences.

§ III.

I. Après avoir percé le crâne par un petit trou sur un jeune pigeon, j'ouvris le sinus longitudinal supérieur du cerveau, avec précaution, et de manière à ne pas blesser les lobes cérébraux entre lesquels ce sinus est placé.

Cela fait, je bouchai le trou du crâne, et je vis aussitôt un épanchement de sang s'opérer entre le cerveau et ses enveloppes. Mais cet épanchement s'arrêta bientôt; et j'eus beau le renouveler, il ne devint jamais assez considérable pour que l'animal en éprouvât un effet sensible.

Je dis que je vis l'*épanchement s'opérer*; en ef-

fet, dans la plupart des oiseaux, surtout dans le jeune âge, les os du crâne sont assez minces pour que l'on distingue, à travers ces os, la couleur de la dure-mère, celle du cerveau, celle des vaisseaux sanguins, celle du sang qui s'écoule : ce qui permet de suivre à l'œil les progrès et la marche de l'épanchement.

II. L'épanchement produit n'étant pas assez considérable, comme je viens de le dire, je perçai, avec les mêmes précautions, pour ne pas blesser le cervelet sur lequel il repose, le sinus longitudinal postérieur ou *cérébelleux*. Celui-ci est beaucoup plus grand que le *cérébral* dans les oiseaux, particulièrement dans les pigeons; aussi l'épanchement de sang qui résulta de son ouverture fut-il plus abondant.

Ce sinus étant ouvert, le sang s'épanchait au-dehors; et je le voyais, tour à tour, ou comme refluer vers l'intérieur, à chaque inspiration; ou s'écouler en nappe à l'extérieur, à chaque expiration; c'est-à-dire suivre exactement, dans son espèce de reflux et dans son écoulement, les deux mouvements alternatifs du cerveau qui, comme l'ont appris d'abord les expériences de Schlichting, répétées depuis par tant de physiologistes, s'abaisse pendant l'inspiration, et s'élève pendant l'expiration.

Tant que le sang s'écoula à l'extérieur, il ne parut aucun effet. Je bouchai le trou du crâne; l'épanchement se fit dès lors à l'intérieur, mais il s'arrêta bientôt; je le renouvelai, il s'arrêta encore; et il me fallut le renouveler ainsi à plusieurs reprises. Mais enfin, dès qu'il eut atteint une certaine limite, je vis l'animal tomber tout-à-coup dans un désordre de mouvements de plus en plus tumultueux, désordre tout-à-fait pareil à celui qui suit les lésions de plus en plus profondes du cervelet. Bientôt à ce trouble des mouvements se joignit la perte de la vue; des convulsions survinrent; et l'animal succomba dans ces convulsions.

III. Sur un second pigeon, je perçai dès l'abord le sinus longitudinal du cervelet; et je le perçai, comme dans l'expérience précédente, à plusieurs reprises, jusqu'à ce que l'épanchement fût assez considérable; et à chaque reprise, je bouchai le trou du crâne pour que l'épanchement se fît à l'intérieur; et dès qu'il eut encore atteint une certaine limite, je vis de nouveau reparaître le désordre tumultueux des mouvements et les convulsions.

Mais, cette fois-ci, dès que l'animal me parut sur le point d'expirer, j'enlevai la portion du crâne et de la dure-mère qui recouvre le cervelet; sur-le-champ, l'épanchement, n'étant plus

comprimé par ces parties, et ne comprimant plus, à son tour, l'encéphale, le désordre des mouvements et les convulsions cessèrent, et l'animal reprit, avec une rapidité singulière, toutes ses facultés.

IV. Je viens de dire, à propos de l'ouverture du sinus longitudinal du cervelet, que le sang s'en écoule par une effusion inégale ou plus ou moins ralentie (suspendue même dans les cas où, soit par la perte du sang, soit par toute autre cause, la circulation est très affaiblie) pendant l'inspiration, et renouvelée pendant l'expiration.

Je vis cette inégalité de l'effusion du sang se reproduire à l'ouverture du sinus longitudinal du cerveau, et être toujours d'autant plus marquée que les inspirations et les expirations étaient plus fortes, ou que la circulation était plus affaiblie. C'est sans doute à cette inégalité d'écoulement, caractère particulier de l'hémorragie des sinus de l'encéphale, qu'il faut rapporter l'erreur de Vésale et de quelques autres anatomistes, ses contemporains ou ses successeurs, qui supposaient ces sinus doués d'une force propre de pulsation.

Haller, l'un de ceux qui ont le plus contribué à dissiper cette ancienne erreur, ne s'exprime pourtant pas tout-à-fait exactement, quand il

dit : « Le grand sinus de la faux, blessé, répand » mollement son sang comme une veine (1). » Il y a du moins cette différence qui explique l'erreur même que combattait Haller, savoir, que la veine répand son sang par une effusion plus ou moins *sensiblement uniforme*, tandis que le sinus, se dégonflant et se gonflant alternativement pendant l'inspiration et l'expiration, le répand par une effusion *plus ou moins inégale*, comme je viens de le dire.

V. Je reviens à mes expériences. On a pu remarquer avec quelle difficulté je suis parvenu, dans les deux précédentes, à produire, par l'ouverture des sinus de l'encéphale, des épanchements assez abondants pour déterminer les effets de la compression du cerveau; difficuté telle, comme on a vu, que ces épanchements, à peine produits, s'interrompant sans cesse, il m'a toujours fallu les renouveler à plusieurs reprises. Cette difficulté doit fixer l'attention sous plus d'un rapport. Elle explique d'abord comment quelques expérimentateurs ont vu les épanchements produits par l'ouverture des sinus de l'encéphale, n'être suivis d'aucun effet. Elle dément ensuite cette opinion, qui n'en est pas moins peu fondée pour être fort

(1) Voyez *Mém. sur la nature des parties sensib. et irritab.*, t. I.

ancienne, et qui regarde l'hémorrhagie de ces sinus comme essentiellement funeste; opinion déjà combattue d'ailleurs par Ridley, par Pott, par Lassus (1). Mais elle montre, surtout et avant tout, la nécessité de recourir à un autre procédé que celui de l'ouverture de ces sinus, pour obtenir

(1) C'est en partie sur cette opinion, qui regarde l'hémorrhagie des sinus comme funeste, qu'a été établie la règle de ne pas appliquer le trépan sur les sutures, notamment sur la suture sagittale, sous laquelle le sinus longitudinal supérieur est placé. Cependant cette opinion, quelque générale qu'elle ait pu être, n'a jamais été universelle. Même à l'époque où, par l'adoption que semblait en avoir faite l'Académie de Chirurgie, elle dominait avec le plus d'empire, Lassus, dans le *Mémoire* intéressant que je cite ici, et que Louis accompagna d'une dissertation savante, avait cherché à prouver, par le rapprochement de plusieurs faits pris de divers auteurs, que l'hémorrhagie des sinus de l'encéphale était loin d'être aussi dangereuse qu'on le supposait d'ordinaire (Voyez *Mém. de l'Acad. royale de chir.*, tom. V). Avant Lassus, Pott n'avait pas craint de recourir à une large ouverture du sinus longitudinal, mis à découvert par une blessure, pour combattre un état d'*insensibilité générale*, suite de cette blessure (Pott, *OEuvres chir.*); Ridley, dans ses expériences sur les *mouvements des sinus*, avait vu plusieurs fois les hémorrhagies de ces sinus s'arrêter d'elles-mêmes (*Trans. phil.*, t. XXIII, p. 1480), etc., etc.

Enfin, les expériences qu'on vient de voir montrent, avec l'évidence la plus complète, que l'hémorrhagie des sinus cérébraux n'a par elle-même aucune espèce de gravité. Cependant, comme toute complication d'hémorrhagie est toujours une complication incommode dans les opérations chirurgicales non moins que dans les expériences, il suit qu'elle doit être évitée toutes les fois qu'on n'a pas un intérêt direct à la provoquer.

enfin des épanchements qui donnent des résultats prompts et assurés.

§ IV.

I. Or, cet autre procédé ne pouvait évidemment consister que dans l'ouverture des artères mêmes du cerveau.

Après avoir opéré successivement, dans diverses expériences, l'ouverture de plusieurs de ces artères qui rampent à la face supérieure des lobes cérébraux, l'une de celles qui m'a paru la plus facile à atteindre, et qui donne par conséquent les résultats les plus sûrs, est celle qui rampe à la face antérieure et supérieure des lobes cérébraux, près du bord supérieur et interne de l'orbite; mais, et il est presque inutile d'en avertir, quelle que soit l'artère que l'on ouvre, les résultats sont toujours au fond les mêmes.

Il est presque inutile aussi de répéter que le peu d'épaisseur des os frontaux des pigeons laisse voir les artères de la face supérieure du cerveau comme à nu; d'où il suit qu'on peut toujours les atteindre avec certitude. De plus, comme ces artères sont très superficielles, et qu'il suffit de les percer une seule fois pour obtenir un épanchement aussi rapide qu'abondant, on ne court jamais

le risque de blesser la substance du cerveau; ce qui est un avantage immense, et que n'a pas le procédé de l'ouverture des sinus : car, comme il faut toujours percer ces sinus à plusieurs reprises, on sent qu'il est presque inévitable qu'à force de revenir dans le crâne, on ne finisse par blesser plus ou moins quelques unes des parties mêmes de l'encéphale.

II. Ces préliminaires posés, je passe aux expériences.

Sur un jeune pigeon, je perçai l'artère superficielle qui rampe, ainsi que je viens de le dire, près du bord interne et supérieur de l'orbite.

Cette artère était celle du lobe cérébral droit. A peine fut-elle ouverte que je vis un épanchement rapide se former sur ce lobe droit.

Bientôt l'épanchement gagna le lobe gauche; et alors l'animal ne voyait plus.

Bientôt encore l'épanchement gagna le cervelet; aussitôt le trouble des mouvements parut. Enfin, l'épanchement s'accroissant de plus en plus, des convulsions violentes survinrent; et l'animal succomba dans ces convulsions.

A l'ouverture du crâne, je trouvai, comme dans toutes les expériences où j'ai laissé succomber l'animal aux effets de l'épanchement, toute la surface de l'encéphale, jusqu'à l'origine de la moelle

épinière, recouverte d'une couche épaisse de sang coagulé, et toute la dure-mère fortement distendue par cette couche de sang interposé entre elle et l'encéphale. Il est à remarquer en outre que, dans le cas de l'ouverture d'une artère du cerveau, le sang s'épanche en entier, ou à peu près du moins, sous la dure-mère, tandis que, dans le cas de l'ouverture d'un sinus, le sang s'épanche, en partie sous la dure-mère, et en partie entre le crâne et la dure-mère.

III. Sur un second pigeon, je perçai la même artère; et je vis, successivement et rapidement, l'épanchement gagner les deux lobes, le cervelet, les parties profondes de l'encéphale; et, à chaque progrès qu'il faisait, l'ordre des phénomènes changer, à mesure qu'à chacun de ces progrès il comprimait une partie nouvelle.

Ainsi, à mesure que l'épanchement gagna les lobes cérébraux, l'animal perdit la vue; à mesure qu'il atteignit le cervelet, l'animal perdit l'équilibre de ses mouvements; à mesure enfin que l'épanchement comprima la moelle allongée, des convulsions violentes survinrent. Je n'avais jamais vu (à l'extrême rapidité près, dans la succession des phénomènes), les lésions isolées des diverses parties du cerveau produire des résultats plus distincts et mieux circonscrits.

Dans l'expérience précédente, j'avais laissé succomber l'animal dans les convulsions. Dans celle-ci, dès que les convulsions parurent, j'enlevai la portion des os frontaux et de la dure-mère qui recouvre les lobes cérébraux (ou, en d'autres termes, j'enlevai les parties qui comprimaient l'épanchement, et je permis à l'épanchement de se faire à l'extérieur (1)) : sur-le-champ, les convulsions, le trouble des mouvements, la perte de la vue, tout disparut ; et l'animal reprit, avec une rapidité surprenante, toutes ses facultés.

IV. Cette rapidité avec laquelle l'animal reprend ses facultés, et, pour ainsi dire, *renaît à la vie*, dès l'instant où la compression cesse, est au reste l'un des phénomènes qui m'ont le plus frappé dans le cours de ces expérienees. Mais il y a des degrés, soit dans la rapidité, soit dans la plénitude de cette renaissance des forces, selon les effets produits. Elle est, par exemple, soudaine, complète, assurée, s'il n'y a que stupeur et perte de la vue ; elle l'est de même, s'il n'y a que trouble des mouvements, ou même si les convulsions ne subsistent que depuis peu de temps ; mais, à mesure que les convulsions subsistent depuis plus long-

(1) Quant à cet épanchement ou *hémorrhagie extérieure*, comme il ne s'agit ici que de l'ouverture de petites artères, cette *hémorrhagie* s'arrête toujours d'elle-même et bientôt.

temps, il y a de moins en moins lieu de compter sur elle.

V. Sur plusieurs lapins, après avoir percé le crâne, j'injectai, au moyen d'une petite seringue, une certaine quantité d'eau entre le crâne et la dure-mère.

Sur tous ces lapins, dès que l'épanchement dépassait une certaine limite, je voyais survenir tous les effets de la compression du cerveau; et dès que, ou l'épanchement, ou le crâne étaient enlevés, je voyais, dans les cas du moins où la substance du cerveau n'avait pas été blessée, tous ces effets disparaître.

VI. Une précaution essentielle, dans ces expériences, pour ne pas blesser la substance du cerveau par l'injection, est de n'opérer cette injection qu'entre le crâne et la dure-mère. Une seconde précaution est de diriger le jet du liquide vers les parois internes du crâne, et non vers le cerveau; et encore, avec toutes ces précautions, on court toujours le risque de blesser plus ou moins la substance de cet organe.

Ainsi, ce procédé est défectueux, parce qu'il complique ou fait courir le risque de compliquer plus ou moins les épanchements par des lésions: le procédé de l'ouverture des sinus est défectueux, parce que les épanchements qu'il produit sont

presque toujours insuffisants pour déterminer les effets de la compression cérébrale, et que, pour les rendre suffisants, on court encore le risque de compliquer les épanchements par des lésions. Le procédé par l'ouverture des artères, tel que je viens de l'exposer, n'a aucun de ces inconvénients; il doit donc, pour les expériences dont il s'agit ici, être préféré sous tous les rapports.

VII. J'ai répété les expériences qu'on vient de voir, un si grand nombre de fois, sur des pigeons, sur des poules, sur des lapins, qu'il ne peut y avoir aucun doute sur leurs résultats; résultats d'ailleurs si nets, si évidents, et, s'il m'est permis de le dire, qui éclairent d'un si grand jour l'une des lésions les plus graves de l'organe le plus important de l'économie.

VIII. Ainsi donc, 1° les épanchements cérébraux, parvenus à une certaine limite, déterminent les effets *nombreux et divers* de la compression du cerveau; et 2° ils ne déterminent ces effets que *parvenus à cette limite*.

§ V.

I. Deux faits sont donc à expliquer dans l'action mécanique de ces épanchements: l'un, pourquoi leurs effets sont multiples; l'autre, pourquoi

ils ne produisent ces effets que parvenus à une certaine limite.

II. Or, quant au premier fait, mes précédentes expériences ayant montré que chaque partie de l'encéphale a ses fonctions propres, et conséquemment aussi ses symptômes, car les symptômes ne sont que les fonctions troublées, il s'ensuit rigoureusement que, dans tout épanchement plus ou moins général, comme il y a plusieurs parties atteintes, il doit y avoir aussi plusieurs symptômes ou effets produits; il s'ensuit encore que, selon que telle ou telle partie est plus tôt ou plus tard atteinte, et elle l'est plus tôt ou plus tard selon le lieu qu'occupe le siége primitif de l'épanchement, ce doit être tel ou tel effet qu'on observe d'abord; il s'ensuit enfin que l'on peut toujours conclure, par chaque effet produit, le moment où l'épanchement, ou, plus exactement, l'action compressive de l'épanchement atteint chaque partie distincte de l'encéphale : par la perte des sens, la compression des lobes cérébraux; par le désordre des mouvements, la compression du cervelet; par les convulsions, la compression de la moelle allongée; par la mort, la compression du point que j'ai nommé *point vital et central* du système nerveux.

III. Quant au second fait, il suffit, pour en dé-

mêler la cause, de considérer que le cerveau possède une *force de ressort propre;* et conséquemment que, pour que les effets de la compression surviennent, il faut d'abord que cette force de ressort soit vaincue.

IV. Je ferai voir, dans le chapitre suivant, que cette force de ressort constitue l'une des propriétés les plus prononcées du tissu nerveux. D'ailleurs, les expériences les plus simples ne sauraient laisser aucun doute sur son existence.

V. Si, après avoir mis une partie de l'encéphale à nu, on comprime cette partie, non avec un bouchon, comme le faisait Saucerotte (1), mais avec le doigt ou la main, on reconnaît bientôt qu'il faut un *certain effort* de la part du doigt ou de la main sur la partie, pour déterminer, en la comprimant, les effets de la compression.

On reconnaît, en outre, que ces effets ne surviennent qu'autant que la partie éprouve déjà un *certain affaissement* ou *déformation;* et qu'ainsi le cerveau est susceptible de céder ou de s'affaisser jusqu'à une certaine limite, avant d'être *altéré* au point que ses fonctions soient troublées (2).

(1) *Prix de l'Académie royale de Chirurgie*, t. IV.

(2) *Limite* qui peut être portée d'autant plus loin que la force

VI. Or, soit pour produire ce premier affaissement, soit pour combler le vide qui en résulte, soit pour surmonter complétement la force de ressort du cerveau par laquelle il tend sans cesse à reprendre son expansion naturelle, il est évident qu'il faut nécessairement une certaine quantité de liquide, ou, en d'autres termes, que l'épanchement dépasse une certaine limite; et il le faut d'autant plus que l'épanchement, par son poids seul, ne peut produire aucun de ces effets.

VII. Ainsi, par exemple, si, après avoir mis toute la partie supérieure de l'encéphale à nu, on la recouvre d'éponges imbibées d'eau, le poids de ces éponges et de cette eau surpasse incomparablement le poids de tout épanchement qui pourrait se former entre le crâne et le cerveau, long-temps avant qu'il survienne aucun des effets de la compression.

Ce n'est donc ni par leur *poids seul*, ni par leur *poids même* que les épanchements déterminent les effets de la compression du cerveau; mais parce que, poussés de toute la puissance des forces circulatoires entre le cerveau et ses enveloppes, et

qui produit l'affaissement agit d'une *manière plus lente*, comme dans les *épanchements chroniques*, séreux on autres, par exemple; mais il n'est question ici que des épanchements produits d'une *manière subite*.

le cerveau résistant moins que ses enveloppes, le résultat définitif ne peut être que la *dépression* ou l'*affaissement* du cerveau, c'est-à-dire de celle de ces parties qui résiste moins.

VIII. Mais de ce que tout épanchement n'agit que passé une certaine limite, il s'ensuit qu'il faut un *certain temps* pour qu'il agisse, par cela seul qu'il faut un certain temps pour qu'il atteigne *cette limite;* et c'est là pourquoi les symptômes des épanchements sont toujours plus ou moins éloignés ou *consécutifs*, tandis que ceux des blessures (1) sont toujours *primitifs* ou immédiats : grande règle de diagnostic, indiquée déjà depuis long-temps par le célèbre chirurgien J.-L. Petit (2).

IX. D'un autre côté, la nécessité que les épanchements dépassent une certaine limite pour produire la compression du cerveau explique la divergence qui règne entre les opinions des savants, touchant l'action compressive des épanchements.

(1) Du moins en tant que blessures; car l'inflammation, la suppuration, etc., qui succèdent aux blessures, ne sont pas les blessures mêmes.

(2) On voit donc que trois conditions essentielles caractérisent les effets des épanchements : 1° ces effets sont *consécutifs*, ou ils ne paraissent qu'après un certain temps; 2° ils sont *multiples*, ou ils peuvent atteindre plusieurs parties; 3° ils sont *progressifs*, ou ils n'atteignent ces diverses parties que peu à peu, et successivement.

Une opinion, aussi ancienne que générale, leur suppose la faculté de comprimer le cerveau ; une opinion nouvelle leur refuse cette faculté.

Or, on vient de voir que les épanchements ne déterminent pas la compression du cerveau d'une manière absolue, mais seulement en vertu de telle ou telle condition donnée, comme, par exemple, d'être parvenus à une certaine limite ; et, parvenus à cette limite, d'être comprimés par le crâne ou la dure-mère ; et l'on conçoit que, soit dans les expériences, soit dans les observations recueillies par les auteurs, les épanchements auront dû produire, ou non, la compression du cerveau, selon qu'ils se seront trouvés, ou non, soumis à ces conditions.

§ VI.

1. Par tout ce qui précède, on voit : 1° que les épanchements ne produisent les effets de la compression du cerveau qu'autant qu'ils dépassent une certaine limite ; 2° qu'il faut qu'ils dépassent cette limite pour surmonter la *force de ressort propre* du tissu cérébral ; 3° qu'ils ne surmontent, même parvenus à cette limite, cette force de ressort qu'autant qu'ils sont comprimés par le crâne ou la dure-mère ; et 4° que l'ablation du crâne et de la dure-mère détruit par elle seule, ou indé-

pendamment de leur évacuation (c'est-à-dire par cela seul qu'elle enlève et la *voûte crânienne et la région supérieure de la dure-mère*, car le crâne ne comprime que par sa *voûte*, comme la dure-mère ne comprime que par sa *région supérieure*), l'action compressive des épanchements.

II. On voit, en outre, que trois agents distincts concourent à l'action compressive des épanchements : 1° la *force impulsive* des organes circulatoires qui poussent le sang entre le cerveau et le crâne ou la dure-mère ; 2° la *résistance* du crâne et de la dure-mère ; et 3° la *résistance propre* du cerveau ; et l'on voit que, de ces trois agents, la *résistance propre* du cerveau étant le plus faible, le résultat définitif doit être, comme je viens de le dire, l'*affaissement* ou la *compression*, en d'autres termes, l'*altération*, la *lésion* du cerveau ; car toute *compression* qui agit, agit comme *lésion*.

III. Ainsi, les épanchements n'agissent que par *compression* ; et ils ne *compriment* le cerveau qu'étant *comprimés* par le crâne ou la dure-mère ; et ils ne peuvent être *comprimés* par le crâne ou la dure-mère qu'autant qu'ils dépassent une *certaine limite* ; et le trépan, c'est-à-dire l'ablation du crâne et de la dure-mère, détruit leur action, non pas précisément parce qu'il donne *issue* à

l'épanchement, mais parce qu'il enlève *les parties qui le compriment.*

IV. On voit maintenant pourquoi, dans mes précédentes expériences, où je cherchais, par-dessus tout, à produire des lésions isolées de toute complication, et, par ces *lésions simples*, des *phénomènes simples*, je commençais, avec tant de soin, par mettre à nu tout l'encéphale par le retranchement complet de la région supérieure du crâne et de la dure-mère. Par cette méthode, non seulement je pouvais constamment guider la main par l'œil dans l'ablation successive des diverses parties de l'encéphale; mais je me garantissais, de plus, comme on vient de le voir, sinon de tout épanchement, du moins de toute compression possible par les épanchements.

On verra mieux encore toute l'importance de cette méthode expérimentale, quand, dans le chapitre qui suit, j'aurai fait connaître le mécanisme selon lequel se forment les *exubérances* ou *hernies cérébrales.*

CHAPITRE XIX.

CONSIDÉRATIONS SUR LE TRÉPAN.

Exubérances cérébrales (1).

§ Ier.

I. J'ai fait voir, dans le chapitre précédent, que les épanchements cérébraux déterminent la compression du cerveau, non par leur *poids*, comme on l'a cru jusqu'ici, mais par la *pression* qu'ils éprouvent de la part du crâne ou de la dure-mère qui les contiennent, et qu'ils transmettent au cerveau sur lequel ils portent. J'ai fait voir ensuite que cette pression qu'ils éprouvent de la part du crâne ou de la dure-mère, et qu'ils transmettent au cerveau, ne produit d'*effet sensible* que parvenue à un certain point, auquel elle ne parvient qu'autant que les épanchements mêmes sont

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences, le 24 janvier 1831.

parvenus à une *certaine limite;* et j'ai fait voir enfin que, quant à cette limite, où, comprimés par le crâne ou la dure-mère, les épanchements compriment, à leur tour, le cerveau, jusqu'à déterminer des effets sensibles, ils y parviennent *plus ou moins rapidement*, *selon le degré de la force impulsive* des organes circulatoires (artériels ou veineux) à laquelle ils sont soumis.

II. Le phénomène de la compression du cerveau par les épanchements offre donc trois agents distincts : l'*épanchement* même, poussé entre le cerveau et ses enveloppes; ces enveloppes qui *résistent* et *refoulent* l'épanchement sur le cerveau; et le cerveau qui *résiste* aussi, mais qui, résistant moins que ses enveloppes, *cède* ou est *déprimé*(1).

III. Ainsi, tout épanchement, quel qu'il soit, ne comprime le cerveau (du moins au point d'*altérer ses fonctions*) qu'autant qu'il est *comprimé* par le crâne ou la dure-mère; et il n'est comprimé par le crâne ou la dure-mère (du moins, au point de comprimer, à son tour, le cerveau jusqu'à *troubler ses fonctions*) qu'autant qu'il atteint une *certaine limite;* et il atteint, *plus ou moins rapi-*

(1) On conçoit que quand l'épanchement s'opère entre le crâne et la dure-mère, c'est alors le cerveau et la dure-mère qui *cèdent;* car ces *parties* résistent moins que le crâne.

dement, cette limite, selon la *force impulsive* des organes circulatoires à laquelle il est soumis.

IV. Dans tout épanchement cérébral donc, il faut tenir compte et de sa *quantité* ou de sa *limite;* et de la *pression* que, parvenu à cette limite, il éprouve de la part du crâne ou de la dure-mère; et de la *rapidité* avec laquelle il atteint cette limite. D'où il suit que, l'un quelconque de ces trois éléments étant *supprimé* ou *modifié,* ou la compression du cerveau n'*aurait plus lieu*, ou elle n'aurait lieu qu'avec de *certaines modifications données*. Supposez la *pression* des enveloppes enlevée (et c'est ce que fait l'opération du trépan), la compression cesse; supposez la *quantité* de l'épanchement trop faible, la compression n'est pas produite; supposez la *rapidité* de l'épanchement ralentie (ou la *force impulsive* qui le produit diminuée), et l'effet de la compression est ralenti de même (1).

(1) Ce dernier point explique pourquoi, dans les *épanchements artériels* ou provenant de l'ouverture des artères, les effets sont si rapides et si prononcés, tandis que, dans les *épanchements veineux* ou provenant de l'ouverture des sinus, les effets sont, au contraire, si faibles, si lents, et même nuls, dans la plupart des cas. Il est évident que de l'inégalité dans la *force impulsive* à laquelle sont soumises ces deux sortes d'épanchements, résulte toute la diversité de leurs effets: car la *limite* à laquelle il faut que tout épanchement parvienne pour *agir*, est *presque soudainement*

V. Mais il n'est pas seulement *ralenti ;* il exige, pour être produit, une *quantité d'épanchement plus grande ;* car toute action *brusque et subite* a, sur nos organes, un effet beaucoup plus marqué qu'une action, *d'ailleurs pareille*, mais *graduelle et lente*. Or, on a vu (1) que les fonctions du cerveau ne sont troublées qu'autant qu'il est *déprimé* ou *affaissé*, c'est-à-dire *lésé*, jusqu'à un certain point : une *dépression moindre*, mais *subite*, le *lésera* donc *autant* qu'une *dépression plus grande*, mais *plus lente*. En d'autres termes, et quant à l'épanchement, sa *rapidité* et sa *quantité* sont deux éléments qui se compensent l'un par l'autre, une plus *grande rapidité* par une *moindre quantité*, et réciproquement, une moindre *quantité* par une plus *grande rapidité ;* et de là vient, comme on l'a vu encore (2), que les *épanchements séreux chroniques* (3) peuvent être portés si loin sans provoquer les effets de la compression.

atteinte dans l'*épanchement artériel*, tandis qu'elle ne l'est que beaucoup *plus tard*, et avec beaucoup de peine, dans l'*épanchement veineux*.

(1) *Voyez* le chapitre précédent.

(2) *Ibid.*

(3) Ou même ceux qu'on nomme *séreux aigus*, car, pour si *aigus* qu'on les suppose, ils sont toujours *très lents* par rapport aux épanchements artériels, lesquels s'opèrent *soudainement*, comme je viens de le dire.

VI. Le mécanisme de l'action des épanchements cérébraux une fois déterminé, il s'agit de déterminer le mécanisme selon lequel se forment les *exubérances* ou *hernies cérébrales*.

VII. Tout le monde sait que le tissu cérébral a la faculté singulière de *s'épanouir* ou de se *gonfler*, surtout lorsqu'il est *lésé*, et par suite de *proéminer* ou *faire saillie* à travers ses enveloppes, dès que ces enveloppes éprouvent une certaine solution de continuité. C'est cette *proéminence* ou *saillie* du tissu cérébral à travers ses enveloppes, rompues ou enlevées (1) dans un point donné de leur étendue, qu'on nomme *exubérance* ou *hernie cérébrale* (2).

VIII. Les anatomistes et les chirurgiens ne se sont pas toujours fait des idées justes sur la nature de ces *exubérances*. Quelques uns de ceux-ci surtout, les prenant pour des *fongus* de la dure-mère, pour des *végétations* de cette membrane (3), pour des *sucs endurcis*, etc., n'ont pas craint de faire une règle pratique de leur extirpation, c'est-

(1) Ou simplement *cédant*, comme dans l'*encéphalocèle congénial*, par exemple.

(2) Il n'y a pas proprement *hernie* ou *déplacement*, mais simple *débordement* des enveloppes par la *partie exubérante*.

(3) Les *tumeurs fongueuses* de la dure-mère sont une affection essentiellement distincte des simples *exubérances*.

à-dire de l'extirpation de la substance même du cerveau. C'est en parlant de ces chirurgiens que Louis a dit : « On concevra sans peine pourquoi » la plupart de leurs malades sont restés hébé- » tés (1). »

IX. Cependant le même Louis, à l'occasion d'une *excroissance cérébrale* que Volcher Coïter dépeint avec tous ses caractères : « dure, insen- » sible, repullulant sans cesse malgré les causti- » ques (2), » dit : « Est-ce le cerveau ou la dure- » mère qui ont produit cette excroissance ? » Et il ajoute : « On aurait probablement abrégé la cure » par l'extirpation (3). »

X. Louis n'était donc ni bien sûr du diagnostic, puisqu'il se demande si une excroissance, si exactement caractérisée, provenait du cerveau ou de la dure-mère ; ni bien revenu encore des extirpations, puisqu'il suppose que, l'excroissance dépendît-elle du cerveau, l'extirpation aurait pu *abréger la cure*. Or, on verra bientôt, par les expériences qui suivent, que l'extirpation ne peut, en aucune façon, remédier à des *excroissances*

(1) *Voy.* Louis, Mémoire sur les *tumeurs fongueuses de la dure-mère.* Mém. de l'Acad. roy. de chir., tom. V.

(2) *Stupidi sensus, dura.... semper ex profundo repullulabat...*, dit Volcher Coïter.

(3) *Voyez* Louis, *Mém. sur les tum. fong. de la dure-mère*, etc.

qui, par leur nature, *repullulent sans cesse* à mesure qu'on les extirpe; et qui même, comme on le verra encore, repullulent d'autant plus rapidement qu'on *altère* ou *lèse* le tissu cérébral, soit par l'extirpation, soit par les caustiques, etc.

XI. Fallope est l'un des premiers qui aient reconnu dans ces *excroissances* la substance du cerveau : aussi se gardait-il de les extirper; mais il cherchait à les réprimer par des caustiques (1). Volcher Coïter se bornait quelquefois aussi à l'emploi des caustiques, comme dans le cas où Louis suppose qu'il aurait mieux fait d'extirper; dans d'autres cas, au contraire, il extirpait hardiment, quoiqu'il n'ignorât pourtant pas toujours que c'était la substance du cerveau qu'il extirpait ainsi (2).

XII. On est peu étonné sans doute de voir des erreurs pratiques aussi funestes régner à l'époque ou de Fallope ou de Volcher Coïter; mais ces erreurs ont subsisté long-temps après eux; et ce n'est guère que de l'époque où ont paru les savants mémoires de l'Académie royale de chirurgie, que date leur destruction entière.

(1) Fallope dit : *Sunt qui secant totam illam partem egressam è cavitate ossis; ego non seco, sed relinquo inibi*, etc.

(2) *Id cerebri quod abstuleram, omnibus demonstravi*, dit-il dans une occasion.

§ II.

I. J'ai fait connaître, par mes premières expériences, la plupart des circonstances qui constituent le phénomène du *gonflement*, soit partiel, soit en masse, de l'encéphale. D'un autre côté, j'ai fait voir, par de nouvelles expériences, quel est le rôle que ce *gonflement* joue dans l'action mécanique des épanchements cérébraux.

II. Il s'agit maintenant de voir quel est le mécanisme selon lequel ce *gonflement* s'opère.

III. Sur plusieurs animaux, oiseaux et mammifères, j'ai fait une ouverture à l'un des deux os frontaux et à la dure-mère sous-jacente ; et bientôt j'ai vu la portion correspondante du cerveau, qui pourtant n'avait point été touchée, s'engager peu à peu dans cette ouverture, la dépasser, et former ainsi, au-dessus du niveau du crâne, une certaine *exubérance* ou *proéminence*.

IV. Sur plusieurs autres animaux, après avoir fait une ouverture qui comprenait de même l'un ou l'autre os frontal et la dure-mère sous-jacente, j'ai tantôt coupé et tantôt brûlé (soit avec un fer rouge, soit avec les acides sulfurique, nitrique, etc.) la portion du cerveau engagée dans l'ouverture des enveloppes ; et, dans tous ces cas,

l'*exubérance* a été incomparablement plus grande que dans le cas précédent où la substance du cerveau n'était pas lésée.

V. Sur plusieurs animaux enfin, j'ai fait une ouverture au crâne, sans toucher à la dure-mère; et, dans ce nouveau cas, le cerveau étant contenu par la dure-mère, il ne s'est pas formé, du moins immédiatement, d'*exubérance*.

Je dis *immédiatement;* car, au bout de quelque temps, j'ai vu la dure-mère céder à l'impulsion du cerveau, et, refoulée par le cerveau, former, au-dessus du niveau de l'ouverture du crâne, une véritable *proéminence* (1). Mais cette *proéminence* a toujours été beaucoup moins élevée que dans le cas où la dure-mère manquait, et surtout, comme je viens de le dire, que dans le cas où la lésion du cerveau compliquait l'ablation de la dure-mère.

VI. Louis se trompe donc quand il dit : « Il n'y » a point de protubérance du cerveau, tant que » la dure-mère contient ce viscère (2); » et il se

(1) L'*encéphalocèle congénial* est, comme je l'ai déjà dit, un exemple naturel de ce *refoulement* de la dure-mère par le cerveau. Quesnay lui-même, qui nie la possibilité des *exubérances,* tant que subsiste la dure-mère, en cite plusieurs exemples; mais il les attribue au gonflement de la dure-mère. Voy. *Mém. de l'Acad. roy. de chir.*, t. I.

(2) *Voyez* Louis, *Mém. de l'Ac. roy. de chir.*, t. V.

trompe encore quand il ajoute : « Dans le cas » même où il y a incision de la dure-mère, l'ex- » pansion du cerveau n'a lieu que par une altéra- » tion particulière de sa propre substance à la » suite de sa lésion (1). » Ainsi donc : 1° le cerveau se *gonfle naturellement*, ou sans *lésion* de sa substance; 2° il se *gonfle*, malgré la *résistance* de la dure-mère; et 3° c'est surtout lorsque sa substance est lésée, et la dure-mère enlevée, que son *gonflement* prend toute son étendue.

VII. D'où il suit, d'une part, que, dans l'état naturel, le cerveau *fait sans cesse effort* contre ses enveloppes, qui, à leur tour, le *repoussent* ou le *répriment sans cesse ;* et de l'autre, que, dès que cette *répression du cerveau par ses enveloppes manque* ou *cède*, dans un point donné de son étendue, il se forme aussitôt, et par cela seul, en ce point, une *exubérance.*

VIII. Mais l'*exubérance* n'est pas toujours simple : dans quelques cas, la partie *exubérante* se trouve comprimée et comme étranglée par les bords de l'ouverture des enveloppes; dans ces cas, l'*étranglement* qui *comprime*, ou *lèse*, accroît l'*exubérance*, laquelle, à son tonr, ne peut s'accroître sans accroître l'*étranglement ;* et c'est

(1) *Voyez* Louis, *ibid.*

aussi dans ces cas que se manifestent les symptômes les plus graves des *exubérances*, la stupeur, le trouble des mouvements, les convulsions, etc., selon les parties de l'encéphale qu'elles occupent: les lobes cérébraux, le cervelet, la moelle allongée, etc.

IX. Or, cet étranglement des *exubérances* par le bord de l'ouverture des enveloppes a surtout lieu quand ces ouvertures sont petites; il a moins lieu quand elles sont grandes; et l'on conçoit qu'il ne saurait plus avoir lieu du tout quand les ouvertures sont *complètes*, c'est-à-dire quand il y a *ablation totale* des enveloppes.

On conçoit même que, dans ce cas de l'ablation totale des enveloppes, les *exubérances* ne sont plus possibles; car toute exubérance n'étant, comme on vient de voir, que l'*expansion* ou *turgescence* d'un point donné du cerveau, résultant du manque de répression, sur ce point, par les enveloppes, il s'ensuit que, quand les enveloppes manquent à tout le cerveau tout à la fois, ce n'est plus une *exubérance* ou *expansion partielle* qui a lieu, mais une *expansion générale* et qui comprend le cerveau en masse.

X. Ainsi, dans l'état naturel et normal, il ne peut se former d'*exubérance*, parce que le cerveau est *également contenu partout;* et, dans le

cas de l'ablation totale des enveloppes, il ne peut s'en former aussi par la raison inverse, parce que le cerveau *cesse également d'être contenu partout.* Or, comme, dans ce cas-ci, l'*expansion générale* qui survient n'est que le développement *naturel et uniforme* de toutes les parties de l'encéphale, il s'ensuit que les fonctions de ces parties ne sont pas troublées, et il s'ensuit encore que le trouble de ces fonctions ne commence que lorsqu'il se forme des *exubérances*, c'est-à-dire des *développements partiels*, et surtout que lorsque ces *exubérances* se compliquent d'*étranglement.*

XI. A ne considérer donc que le côté physiologique du phénomène, l'ablation totale des enveloppes, ou du moins de leur région supérieure (car l'ablation de cette région supérieure des enveloppes suffit pour le développement en masse de l'encéphale), constitue le moyen direct et de prévenir et de réprimer absolument les *exubérances;* et, à considérer le côté pratique, on voit qu'on approchera d'autant plus de cette *répression absolue des exubérances*, que l'*ouverture* des enveloppes sera plus grande ou plus voisine de leur *ablation totale* (1).

(1) Un autre moyen direct est la restitution de la continuité des enveloppes, soit par une *plaque* (qui ferme ou bouche l'ouverture),

XII. Quesnay avait déjà vu le bon effet des grandes ouvertures de trépan, soit pour prévenir, soit pour réprimer les *exubérances*, bien que, suivant l'erreur ancienne, il attribuât encore leur formation au *gonflement de la dure-mère* (2), et qu'il n'ait nullement indiqué d'ailleurs la cause de ce bon effet.

§ III.

I. Par tout ce qui précède, on voit : 1° que les *exubérances cérébrales* ne sont que l'*expansion* d'un point donné du cerveau ;

2° Que leur formation, sur ce point, provient de ce que, en ce point même, le cerveau n'est plus contenu par ses enveloppes ;

3° Que toute *altération* ou *lésion* quelconque de la substance du cerveau accroît les *exubérances ;*

Et 4° que l'ablation totale des enveloppes prévient absolument les *exubérances*, parce que, à l'*exubérance* ou *expansion partielle*, elle substitue une *expansion générale* et qui comprend le cerveau en masse.

soit par tout autre procédé pareil. Mais c'est là un moyen *mécanique*, *artificiel ;* et je ne parle pas ici de ce genre de *moyens.*

(2) *Le gonflement de la dure-mère n'arrive guère*, dit-il, *quand l'ouverture du crâne est fort grande.* Mém. de l'Acad. roy. de chir., tom. I.

II. On voit maintenant pourquoi, dans mes précédentes expériences, où je cherchais à n'opérer que des *lésions simples*, je commençais par mettre à nu tout l'encéphale par l'ablation totale de la région supérieure de ses enveloppes. Je prévenais non seulement, par là, toute action compressive de la part des épanchements, comme on l'a vu dans le précédent chapitre; je prévenais de plus, comme on le voit dans celui-ci, et toute *exubérance*, et tout *étranglement*, et, par conséquent, tous les effets de l'une ou de l'autre de ces complications.

III. Il ne reste plus qu'à rechercher quelle est la cause même de laquelle dépendent les *exubérances*. Jusqu'ici, je me suis servi indifféremment des mots *gonflement*, *expansion*, *turgescence*, *exubérance*, etc.; et, par tous ces mots, je n'ai voulu qu'indiquer le fait.

Mais ce fait tient-il à une *force propre*, à une *expansion active* par laquelle le tissu cérébral *s'épanouit* et *se développe?* Ne tient-il, au contraire, qu'à la *dilatation* ou *expansion* de ce tissu par l'*impulsion interne* du système vasculaire, impulsion à laquelle ce tissu cède?

IV. Mes précédentes expériences sur l'action mécanique des épanchements cérébraux me paraissent jeter quelque jour sur cette question.

On a vu que ces épanchements ne déterminent la compression du cerveau que parvenus à une *certaine limite*, et qu'ils parviennent plus ou moins rapidement à cette limite, selon la *force impulsive* des organes circulatoires.

Or, cette force impulsive qui, dans le cas des épanchements, pousse le sang entre le cerveau et ses enveloppes, et qui, dans le cas des épanchements artériels, l'y pousse, et par suite *déprime le cerveau* (car le *sang poussé* ne peut se faire place entre cet organe et ses enveloppes qu'en le déprimant) avec tant de *rapidité*, est la même qui pousse sans cesse le sang dans l'intérieur de cet organe. Si donc, en poussant le sang entre le cerveau et ses enveloppes, elle porte l'*épanchement* (ou le sang poussé) au point de surmonter la *résistance propre* de cet organe et de le *déprimer* ou de l'*affaisser*, elle doit évidemment, en poussant sans cesse le sang dans son intérieur, tendre sans cesse à surmonter pareillement sa *résistance propre* et, si je puis ainsi dire, à le *déprimer* en sens inverse, ou à le *gonfler;* et aussi le *distend*-elle ou le *gonfle*-t-elle en effet, dès qu'il est privé de ses enveloppes, c'est-à-dire des parties mêmes qui le *répriment* ou le *contiennent.*

V. Ainsi, 1° le cerveau est sans cesse *gonflé* ou *distendu* par le sang que la *force impulsive* des

organes circulatoires pousse sans cesse dans son intérieur; 2° dans l'état naturel, ce *gonflement* du cerveau est *réprimé* ou *contenu* dans une certaine limite par ses enveloppes; et 3° dès que ces enveloppes *manquent* ou *cèdent* sur un point donné, le *gonflement* dépasse aussitôt en ce point même cette limite, et y forme une *proéminence* ou *exubérance*.

VI. Le *gonflement* du cerveau tient donc à la même cause que sa *compression* dans le cas des épanchements. C'est toujours la *force impulsive* des organes circulatoires qui agit: seulement elle agit dans un sens inverse, dans l'un de ces cas par rapport à l'autre; c'est-à-dire de *dedans en dehors* par l'afflux du sang dans l'intérieur du cerveau, dans le cas d'exubérance; et alors elle le *distend* ou le *gonfle* : et de *dehors en dedans* par l'afflux extérieur du sang entre le cerveau et ses enveloppes, dans le cas d'épanchement; et alors elle le *déprime* ou l'*affaisse*. Il est presque inutile d'ajouter que, dans le cas d'épanchement, l'action de dehors en dedans ne l'emporte sur l'action inverse que parce que, d'une part, le calibre des vaisseaux qui déterminent l'épanchement l'emporte sur le calibre des vaisseaux qui déterminent l'afflux interne (1), et que parce que, de l'autre,

(1) Ces derniers vaisseaux se ramifient et se divisent, en effet,

tant que les vaisseaux sont entiers, ils amortissent par la résistance de leur tissu une grande partie de la force impulsive des organes circulatoires, tandis que, quand ils sont rompus, l'impulsion du sang ne peut plus être arrêtée que par la substance cérébrale même.

VII. Le *gonflement* du cerveau dépend donc essentiellement de la *force impulsive* des organes circulatoires. Or, cette *force impulsive* qui tend sans cesse à *distendre* ou à *gonfler* cet organe, agite, par cela même, toutes ses parties d'une sorte de mouvement ou d'oscillation intime et continuelle.

Ainsi donc, indépendamment du mouvement alternatif d'abaissement et d'élévation qui, comme l'ont montré Schlichting, Haller et Lamure, répond aux mouvements alternatifs d'inspiration et d'expiration, et qui le meut en masse, le cerveau est sans cesse agité, ou mû, dans toutes ses parties, par l'action interne de la *force impulsive* des organes circulatoires.

à l'infini, en pénétrant dans l'intérieur de l'organe pour y porter le sang.

CHAPITRE XX.

CONSIDÉRATIONS SUR L'OPÉRATION DU TRÉPAN.

De l'opération même du trépan.

§ I[er].

Nécessité de l'opération du trépan dans les cas d'épanchements cérébraux.

I. L'opération du trépan n'a qu'un objet, savoir, de prévenir ou de faire cesser la compression du cerveau.

Or, la compression du cerveau peut être produite par plusieurs causes : par une portion d'os fracturé (1), par un épanchement de pus, de sang, etc., par une tumeur fongueuse de la dure-mère (2), etc.

(1) » Les fractures, dit Quesnay, ne sont pas de simples signes » qui indiquent l'opération du trépan, elles sont elles-mêmes des » causes qui l'exigent. » *Mém. de l'Acad. roy. de chir*, t. I.

(2) *Voyez* le mémoire de Louis sur les *tumeurs fongueuses de la dure-mère : Mém. de l'Acad. roy. de chir.*, t. V.

II. Je ne considère ici que la compression produite par les épanchements cérébraux. Le cas des *fongus* de la dure-mère est un cas très particulier. Celui des fractures est beaucoup plus général; mais il n'offre, en théorie, aucune difficulté (1)

Reste donc le cas des épanchements.

III. On a vu, dans le XVIIIe chapitre de cet ouvrage, quel est le mécanisme selon lequel agissent les épanchements pour comprimer le cerveau. Un épanchement, quelque considérable qu'il soit, ne comprime le cerveau que parce qu'il est, à son tour, comprimé par le crâne ou la dure-mère.

L'ablation du crâne et de la dure-mère, c'est-à-dire une ouverture faite au crâne et à la dure-mère, c'est-à-dire encore, et en un seul mot, l'opération du trépan, est donc le seul moyen de faire cesser la compression du cerveau, lorsque cette compression est produite par un épanchement.

IV. La nécessité de l'opération du trépan, dans le cas des épanchements cérébraux, est donc une nécessité démontrée (2).

(1) Il est trop évident que, si une portion d'os fracturé comprime le cerveau, il faut soulever ou enlever cette portion d'os, et que, si l'on ne peut y réussir que par le trépan, il faut employer le trépan.

(2) *Voyez* pour le détail des preuves relatives à cette démonstration, le XVIIIe chapitre de cet ouvrage.

§ II.

Signes caractéristiques des épanchements soudains.

I. On connaît la règle proposée par J.-L. Petit pour discerner la commotion du cerveau (c'est-à-dire la lésion de la substance du cerveau, effet immédiat de la commotion) d'avec les épanchements (1).

« Cet habile praticien, dit Quesnay, croit que » ces accidents (la perte de connaissance et l'assoupissement) ne sont que l'effet de la commotion » du cerveau, quand ils arrivent dans l'instant » même du coup; et que lorsqu'ils arrivent ensuite, ils sont, au contraire, causés par un épanchement qui s'est fait sous le crâne depuis le » coup (2). »

« Il faut cependant faire attention, ajoute Quesnay, que la perte de connaissance qui est causée » par commotion, peut être suivie d'une autre qui » dépend d'un épanchement, et que l'une et » l'autre peuvent même quelquefois se confondre » ensemble (3). »

II. La remarque de Quesnay est très juste. L'é-

(1) *Voyez* J.-L. Petit, *Traité des maladies chirurgicales*, etc., t. I, p. 86.

(2) *Mém. de l'Acad. roy. de chir.*, t. I.

(3) *Ibid.*

panchement peut survenir à l'instant même de la commotion. La rupture d'une artère détermine, comme nous l'avons vu, un épanchement soudain (1).

La proposition de J.-L. Petit est donc une proposition complexe, et qui doit être divisée pour devenir précise.

III. D'une part, les effets de la compression du cerveau qui ne surviennent qu'un certain temps après la commotion, sont dus à un épanchement.

Mais, d'autre part, les effets qui surviennent à l'instant de la commotion peuvent être dus à un épanchement aussi bien qu'à la lésion de la substance même du cerveau. Comment donc distinguer, dans ce dernier cas, les effets de l'épanchement des effets de la lésion ?

IV. Les expériences du XVIII[e] chapitre de cet ouvrage fournissent quelques faits qui pourront servir, je crois, à cette distinction.

D'abord, les effets de la lésion de la substance même du cerveau se développent toujours d'une manière subite et brusque.

Les effets d'un épanchement, même d'un épanchement dû à l'ouverture d'une artère, ne se développent jamais, au contraire, que progressivement et successivement.

(1) *Voyez* ci-devant le XVIII[e] chapitre de cet ouvrage, p. 291.

Dans les expériences où je perçais l'une des artères supérieures des lobes cérébraux, je voyais l'épanchement gagner les lobes cérébraux, le cervelet, la moelle allongée, et je voyais successivement (1) se développer les effets de la compression des lobes cérébraux, du cervelet, de la moelle allongée, c'est-à-dire la stupeur, la perte d'équilibre, les convulsions (2).

Les effets de la compression du cerveau, produite par un épanchement, sont donc toujours *successifs*.

V. En second lieu, les lésions de la substance même du cerveau sont toujours plus ou moins locales, du moins quand l'individu survit (3); et alors le trouble de telle ou telle fonction donnée est le *signe*, direct et sûr, qui marque le siége de la lésion.

L'effet des épanchements cérébraux, au contraire, du moins des épanchements dus à l'ouverture des artères, est toujours *universel*, car l'épanchement dû à l'ouverture des artères s'étend successivement partout et comprime tout.

Dans mes expériences, l'épanchement produit

(1) Quoique très rapidement.

(2) *Voyez* ci-devant, chapitre XVIII[e], p. 291.

(3) Et il ne saurait être question pour le diagnostic que des cas où l'individu survit. Quand la lésion est très générale, il y a mort soudaine.

par l'ouverture d'une artère de la partie supérieure des lobes cérébraux gagnait bientôt, comme on a vu, et les lobes cérébraux, et le cervelet, et tout l'encéphale; et par conséquent l'effet de cet épanchement produisait bientôt la compression de l'encéphale entier.

VI. Ainsi, 1° l'effet des épanchements, même des épanchements *soudains*, les seuls dont je m'occupe ici, est toujours *successif;* 2° il finit toujours par être *universel;* et voilà les deux *caractères* ou *signes* qui, bien démêlés, distinguent toujours ces épanchements de la commotion.

§ III.

Siége des épanchements en général.

I. Un épanchement, soit de pus, soit de sang (1), peut être local ou général. S'il est général, il occupe tout l'encéphale; et alors il n'y a pas lieu à la question de la *détermination du siége.*

S'il est local, il ne *lèse* qu'une partie; et alors le trouble de la fonction de la partie lésée est le *signe* qui marque le siége de la lésion ou de la cause de la lésion, c'est-à-dire de l'épanchement.

II. La question du siége des épanchements est

(1) Sauf le cas, bien entendu, où le sang provient de la rupture d'une artère, cas où l'épanchement est toujours général, comme il vient d'être dit.

donc une question qui se trouve résolue par les expériences de cet ouvrage.

§ IV.

Ouvertures faites par le trépan.

I. Après avoir examiné l'opération du trépan sous le rapport des *épanchements*, il faut l'examiner sous le rapport des *exubérances*.

II. Or, on a vu que plus les ouvertures faites au crâne sont larges, moins il se forme d'*exubérances*. On a même vu que le seul moyen de faire cesser une *exubérance*, c'est-à-dire le gonflement d'une partie du cerveau engagée dans une ouverture du crâne, est de substituer à une ouverture, devenue dès lors trop étroite, une ouverture plus large (1).

III. Les grandes ouvertures du crâne sont donc préférables aux ouvertures étroites; car elles donnent, d'abord, une issue plus facile à l'*épanchement*, et elles préviennent ensuite les *exubérances*.

IV. Quesnay l'avait remarqué.

« Cet accident (l'étranglement des méninges » poussées par le cerveau) a bien moins lieu, dit- » il, quand les ouvertures du crâne ont été fort

(1) *Voyez* ci-devant, le chapitre XIX de cet ouvrage, p. 313.

» grandes, que quand elles n'ont été que peu considérables; car, pendant que le crâne est ouvert dans les plaies de tête, le gonflement de la dure-mère n'arrive guère quand l'ouverture est fort grande (1). »

§ V.

Guérison des plaies du cerveau dans l'homme.

I. J'ai prouvé, par une foule de faits réunis dans cet ouvrage, que les diverses parties du cerveau peuvent être blessées et perdre leurs fonctions; et puis guérir, et recouvrer, en guérissant, les fonctions qu'elles avaient perdues.

II. D'habiles observateurs avaient déjà recueilli, sur l'homme même, plusieurs faits de ce genre.

III. « Le cerveau, dit Quesnay, est formé d'une » substance si tendre, et ses fonctions sont, en » général, si importantes à la vie, qu'il semble que » le moindre choc ou la moindre blessure doive » causer dans cette partie un désordre irréparable, et y attaquer la vie dans son principe. Cependant nous avons une infinité d'observations » qui nous rassurent, et qui nous font connaître

(1) *Mém. de l'Acad. roy de chir.*, t. I.

» que les plaies de ce viscère, surtout celles de la » partie corticale, se guérissent aussi facilement » que celles des autres viscères (1). »

IV. Les observations rassemblées par Quesnay montrent que le cerveau de l'homme peut être blessé, qu'il peut l'être avec perte de substance (2), et que néanmoins il peut conserver ses fonctions,

(1) *Mém. de l'Acad. roy. de chir.*, t. I.

(2) Voici deux observations de ce genre, toutes deux très curieuses, et que j'emprunte à Lapeyronie.

« 1° Un paysan âgé de dix-huit ans reçut un coup de pierre sur le » pariétal droit; cet os fut fracturé; les esquilles ouvrirent la dure-» mère et blessèrent le cerveau. Le jeune homme, qui avait été » renversé par le coup, resta deux jours sans connaissance. En » retirant les esquilles dans le premier pansement, on ramassa, » outre beaucoup de sang caillé, une très grande cuillerée des » débris de la propre substance du cerveau. Le malade fut se-» couru à propos, et il guérit sans qu'il lui restât aucun ressenti-» ment de sa blessure.

» 2° Un homme de trente ans fit une chute sur le front; la première » table du coronal fut simplement fêlée, mais la nature des acci-» dents décida à trépaner le malade. L'ouverture du crâne dé-» couvrit des esquilles de la seconde table qui avaient ouvert la » dure-mère et blessé le cerveau. Le second jour, la portion de la » substance du cerveau, qui répondait à l'ouverture du crâne, » se gonfla et s'échappa à travers le trou du trépan. Pendant dix » jours le malade perdit à chaque pansement environ la grosseur » d'une noisette de la substance du cerveau, ce qui fit en tout » la quantité de deux cuillerées de cette substance. Le malade » guérit sans qu'il lui restât aucun accident. » *Observations par lesquelles on tâche de découvrir la partie du cerveau où l'âme exerce ses fonctions.* Mém. de l'Acad. roy. des sc., année 1741.

ou les réacquérir après les avoir perdues. Et de toutes ces observations rapprochées, Quesnay tire cette conclusion aussi pleine de sens que profonde :

« La connaissance de ces faits présente, dit-il,
» aux chirurgiens un point de vue particulier; car
» non seulement les cures que nous venons de
» rapporter doivent les encourager à traiter les
» plaies de la substance du cerveau, quelque con-
» sidérables qu'elles soient, avec toute l'attention
» possible, puisqu'on peut espérer de réussir; mais
» elles leur font apercevoir encore qu'ils peuvent
» tenter sur le cerveau même certaines opéra-
» tions, que le danger dans lequel se trouve le
» malade permet, et que les indications prescri-
» vent comme l'unique secours que l'on puisse
» employer (1). »

§ VI.

Symptômes qu'offre dans l'homme la lésion du cerveau proprement dit.

I. On l'a déjà vu (et la démonstration de ce fait est l'un des résultats les plus importants de cet ouvrage), le cerveau proprement dit (2), est le siége exclusif de l'intelligence.

(1) *Mém. de l'Acad roy de chir.*, t. I.

(2) *Lobes* ou *hémisphères cérébraux*.

II. Aussi, les lésions (du moins les lésions profondes) du cerveau proprement dit, sont-elles constamment suivies de la perte de l'intelligence. Et cet effet s'observe dans l'homme comme dans les animaux.

III. Je trouve, dans le Mémoire de Lapeyronie, déjà cité (1), quelques observations recueillies sur l'homme, et qui offrent presque autant de précision que pourraient en offrir des expériences.

« Un homme de trente-deux ans, dit Lapeyronie, avait commencé un an avant sa mort à » avoir par intervalles des absences; il était sujet » à des pesanteurs de tête et à des étourdissements très considérables......; dans ses bons moments, il conservait toute sa mémoire; mais au » bout de six mois il la perdit totalement; quelque temps après, ses absences tournèrent en » assoupissements très considérables, ses sens s'affaiblirent peu à peu; il en perdit entièrement » l'usage, et tomba dans un assoupissement léthargique dans lequel il mourut.

» Nous trouvâmes la partie supérieure du corps » calleux presque entièrement détruite par une » lymphe épaissie et à demi suppurée; la portion

(1) *Observations par lesquelles on tâche de découvrir la partie du cerveau où l'âme exerce ses fonctions.* Mém. de l'Acad. roy. des sc., année 1741.

» restante de ce corps était méconnaissable par le » désordre et la confusion qui y régnaient.... (1). »

IV. Voici une autre observation de Lapeyronie, plus curieuse encore. Il s'agit d'un abcès qui s'était formé sur le corps calleux. Le malade avait perdu l'usage de tous ses sens; il était plongé dans un assoupissement profond, etc. On appliqua jusqu'à trois couronnes de trépan sur le crâne. Enfin, l'abcès fut ouvert. « Dès que le pus qui pesait sur » le corps calleux fut vidé, dit Lapeyronie, l'as- » soupissement cessa, et la vue et la liberté des » sens revinrent : les accidents recommencèrent à » mesure que la cavité se remplissait d'une nou- » velle suppuration, et ils disparaissaient à mesure » que les matières sortaient. L'injection produisait » le même effet que la présence des matières : dès » que j'en remplissais la cavité, le malade perdait » la raison et le sentiment, et je lui redonnais l'un et » l'autre en pompant l'injection par le moyen » d'une seringue..... Au bout de deux mois, le » jeune homme fut parfaitement guéri; il eut la » tête entièrement libre, et ne ressentit plus la » moindre incommodité, quoiqu'il eût perdu une

(1) *Observations par lesquelles on tâche de découvrir la partie du cerveau où l'âme exerce ses fonctions.* Mém. de l'Acad. roy. des sc., année 1741.

» portion très considérable de la substance du » cerveau (1). »

V. Lapeyronie place, comme je l'ai déjà dit, dans le corps calleux le siége de l'âme. Mais, comme je l'ai déjà dit aussi, c'est que Lapeyronie ne se rend pas bien compte de la véritable *étendue des lésions* qu'il croit n'intéresser que le corps calleux (2).

Le corps calleux se prolonge de chaque côté dans chaque hémisphère, et, par conséquent, la lésion profonde du corps calleux est la lésion même des hémisphères.

VI. Au reste, il n'est que trop évident que le corps calleux, pris en soi, ne saurait être le siége de l'intelligence.

D'abord, les oiseaux (3) manquent de corps calleux; et cependant ils ont tous de l'intelligence, et quelques uns même beaucoup d'intelligence.

Ensuite, on ne peut retrancher un lobe cérébral sur un mammifère, sans couper le corps calleux, sans le diviser par le milieu, sans le détruire en partie; et cependant, comme je l'ai fait voir par une foule d'expériences réunies dans cet ou-

(1) *Ibid.*

(2) *Voyez* ci-devant, p. 262.

(3) Et tous les autres vertébrés ovipares.

vrage, on peut retrancher un lobe, et par conséquent diviser, détruire le corps calleux, sans détruire l'intelligence. Tant qu'un lobe cérébral reste entier, l'intelligence subsiste.

Le corps calleux, pris en soi, n'est donc pas le siége de l'intelligence.

Le siége réel de l'intelligence est l'hémisphère du cerveau; et le corps calleux n'est qu'une partie de cet hémisphère.

§ VII.

Apoplexie du cervelet observée sur des oiseaux.

I. Le 12 avril 1823, on m'apporta, parmi les animaux qui devaient servir à mes expériences, une jeune poule dont les allures représentaient tout-à-fait les allures d'un animal ivre.

Cette poule chancelait presque à chaque instant sur ses jambes, soit qu'elle se tînt simplement debout, soit qu'elle voulût marcher ou courir; elle tournait à droite quand elle voulait aller à gauche, à gauche quand elle voulait aller à droite; elle reculait au lieu d'avancer, etc. Très souvent aussi elle tombait sur ses jambes, qui fléchissaient et pliaient tout-à-coup sous elle. Mais c'était surtout quand elle s'élançait pour fuir ou pour grimper sur un point élevé que, ne pou-

vant plus maîtriser et régulariser des mouvements devenus plus rapides, elle tombait et roulait quelquefois long-temps à terre, sans pouvoir réussir à se relever et à reprendre l'équilibre.

Ces singuliers phénomènes avaient trop d'analogie avec ceux que venaient de me présenter mes expériences, alors toutes récentes encore, sur le cervelet, pour que je ne fusse pas impatient de voir ce qui pouvait en être. Je procédai donc tout de suite à cet examen.

Je commençai par mettre le crâne à nu : j'en trouvai les os tout parsemés de points noirâtres. J'enlevai les os; j'ouvris la dure-mère, et il s'écoula aussitôt une grande quantité de lymphe qui recouvrait l'encéphale.

Quant aux parties mêmes de l'encéphale, les lobes cérébraux et les tubercules bijumeaux étaient dans leur état naturel, et offraient leur couleur ordinaire. Le cervelet, au contraire, avait un aspect jaunâtre qu'il devait à un nombre infini de points et de stries jaunes, ou plutôt couleur de rouille, qui en couvraient toute la surface. Je l'ouvris, et je trouvai dans son centre un amas de matière purulente et coagulée, du volume à peu près d'un grain de millet. Cet amas de matière purulente était parfaitement isolé de l'organe qui le contenait dans une cavité creusée dans son

intérieur. Les parois de cette petite cavité étaient extrêmement fines et lisses.

II. En 1828, je vis à la ménagerie du Jardin des Plantes un coq atteint d'une maladie cérébrale, dont tous les symptômes semblaient indiquer encore le siége dans le cervelet.

Dans la poule qui précède, les mouvements avaient quelque chose de fougueux et d'impétueusement désordonné. Dans ce coq, au contraire, les mouvements étaient calmes et lents; ils se faisaient avec peine, comme avec paresse, mais leur trouble et leur défaut d'équilibre n'en paraissaient pas moins.

Ainsi, par exemple, si l'animal se tenait debout, ses jambes fléchissaient à tout moment sous lui; s'il marchait, on apercevait une sorte d'hésitation dans ses mouvements; on le voyait chanceler, et quelquefois, surtout si on le faisait marcher vite, perdre l'équilibre et tomber. Enfin, sa tête et son cou étaient dans un état d'instabilité ou d'oscillation presque continuelle.

Ce coq mourut dans les premiers jours du mois d'août. J'ouvris son crâne. Les veines ou sinus de la dure-mère qui répondent au cervelet, tant le supérieur que les latéraux, étaient gonflés et gorgés de sang. Quant aux lobes cérébraux et aux tubercules bijumeaux, ils se trouvaient encore cette

fois-ci dans leur état naturel, et offrant leur couleur ordinaire; mais le cervelet avait une couleur rosée, couleur qu'il tirait d'un nombre infini de points et de stries rouges dont toute sa surface était parsemée. Les points ressemblaient exactement à de petites ecchymoses qu'auraient produites des piqûres d'épingle faites sur cette surface; et les stries ressemblaient à des veinules gorgées de sang, ou, mieux encore, à des filets de sang. Au reste, il n'y avait que la superficie de l'organe qui offrît de pareilles stries et de pareils points : tout l'intérieur, parfaitement sain, conservait sa couleur naturelle.

III. Cette même année, 1828, on m'apporta un jeune coq qui ne pouvait, non plus, se tenir quelque temps debout sans chanceler sur ses jambes; il chancelait encore plus quand il voulait marcher ou courir : son cou oscillait ou tremblait presque toujours, surtout quand il s'allongeait et s'éloignait du corps. Cette oscillation cessait si l'on offrait quelque appui au bec ou à la tête de l'animal.

On voit que ces symptômes se rapprochaient tout-à-fait de ceux que je venais d'observer sur le coq précédent : aussi l'état des parties cérébrales fut-il entièrement le même.

La dure-mère m'offrit le même engorgement

de ses veines ou de ses sinus dans la région du cervelet; le cervelet, la même couleur rosée, et cette couleur également due à des points et à des stries rouges, dont toute sa surface était parsemée. Je retrouvai enfin la même intégrité dans l'intérieur du cervelet, et le même état naturel du reste de l'encéphale.

IV. Maintenant, si l'on compare ces trois observations entre elles, on voit, 1° qu'il y a deux degrés distincts d'apoplexie : une *apoplexie profonde*, ou dont le siége pénètre jusque dans le centre même de l'organe; et une *apoplexie superficielle*, ou dont le siége n'atteint que la superficie de l'organe;

2° Qu'à chacun de ces degrés différents d'apoplexie correspondent des symptômes propres et déterminés : à l'*apoplexie profonde*, un trouble et un désordre complets des mouvements; à l'*apoplexie superficielle*, une simple *instabilité* ou défaut de situation fixe et équilibrée;

3° Que l'*apoplexie profonde* s'accompagne de l'*apoplexie superficielle* (1), mais qu'il n'en est pas de même de celle-ci, qui peut exister sans l'au-

(1) Dans la première observation, la superficie de l'organe offrait des traces de lésion, comme l'intérieur.

tre (1), et qui n'en paraît que le premier degré;

4° Enfin que l'apoplexie, même l'*apoplexie profonde*, l'apoplexie la plus grave par conséquent, est susceptible de guérison : ce que montre bien la première observation par la couleur jaune des points et des stries qui recouvraient la surface du cervelet, par l'isolement de la matière épanchée, et surtout par la cicatrisation parfaite des points de l'organe qui entouraient l'épanchement.

§ VIII.

Lésions simultanées du crâne et de l'encéphale.

I. Dans la première des trois observations qui précèdent, les os du crâne étaient, comme on l'a vu, parsemés de points noirâtres.

J'ajoute ici que les points altérés du crâne répondaient précisément aux points altérés de l'encéphale.

II. On m'apporta, le 3 décembre 1828, un jeune coq. Il devait servir à une expérience sur l'encéphale.

Je mis le crâne à nu, et j'aperçus, sur le frontal gauche, un point noirâtre.

(1) Dans les deux dernières observations, la surface de l'organe offrait seule des traces de lésion.

Je suivis ce point avec précaution : il me conduisit à un point correspondant placé sur la dure-mère, et ce point de la dure-mère me conduisit à un autre placé dans le lobe cérébral gauche.

Le *point altéré* du lobe cérébral était de couleur jaunâtre, et paraissait comme le dernier vestige d'une apoplexie ancienne et déjà guérie.

CHAPITRE XXI.

MOUVEMENT DU CERVEAU.

§ I[er].

I. Le mouvement du cerveau a été connu de tout temps. Ce mouvement se fait sentir très distinctement à la *fontanelle* des enfants. Il suffit, d'ailleurs, de la plus simple expérience de physiologie, il suffit de mettre le cerveau à découvert sur un animal vivant, pour voir aussitôt que le cerveau se meut en masse.

II. On a cru, pendant quelque temps, que le mouvement du cerveau n'était que le mouvement de la dure-mère (1). Et cependant il suffisait encore de la plus simple expérience de physiologie pour échapper à une pareille erreur ; car, quand on a enlevé la dure-mère, non seulement

(1) .....*Statim suspicari cœpimus quod dura-mater fortes eos atque ordinatos motus non effecerit per arterias quæ in ipsa disseminatæ sunt, verum per suam præcipuam texturam quæ cum textura cordis æmulatione contendit.* Baglivi : *De fibra motrice.* Baglivi va si loin, qu'il appelle la dure-mère le *cœur du cerveau, cor cerebri. Ibid.*

le cerveau se meut, mais il se meut d'une manière plus marquée.

III. Vers le milieu du dernier siècle, Schlichting vit le rapport qui lie le mouvement du cerveau aux mouvements de la respiration (1). Il vit le cerveau s'élever pendant l'expiration; il le vit s'abaisser pendant l'inspiration. Et cette partie de ses expériences est incontestable : une correspondance réelle, certaine, lie donc le mouvement du cerveau aux mouvements de la respiration.

IV. Mais quelle est la cause de cette correspondance? C'est cette cause que ne tardèrent pas à chercher Haller et Lamure (2).

V. Selon Haller, selon Lamure, le mouvement du cerveau dépend du *flux* et du *reflux* alternatifs du sang veineux. Dans l'expiration, le sang *reflue* de la veine cave supérieure dans les veines

(1) *De motu cerebri*. Mém. de l'Acad. des sciences : *Savants étrangers*, t. I. p. 113.

(2) Schlichting n'avait eu, sur la cause, du mouvement du cerveau, que des vues très vagues. Il ne sait s'il faut attribuer ce mouvement au sang ou à l'air... *Dubius persæpe atque diutius hæsi*, dit-il, *utrum universum cerebrum detumescens se constringat*, ...*ut systolis cerebri effectu*...... *An ne expiratione cruor aut aer, vel uterque, majori copiâ cerebrum versus et in illud fortius prematur, ipsum que tumefaciat, atque inspiratione, cessante tunc ista pressione, cruor aut aer, aut uterque, deorsum delabatur, aut superiorum partium pressione deprimatur, atque sic collapsum, aut constrictum cerebrum detumescat? Ibid*, p. 117.

jugulaires, et des veines jugulaires dans les sinus du cerveau, et le cerveau s'élève. Dans l'inspiration, au contraire, le sang est *aspiré*, et par suite *flue* ou coule des sinus du cerveau dans les veines jugulaires, des veines jugulaires dans la veine cave supérieure, et le cerveau s'abaisse (1).

VI. Le reflux du sang, pendant l'expiration, de la veine cave supérieure dans les veines jugulaires, est un fait constant.

Si, sur un animal vivant, on met à nu la veine jugulaire, surtout près de la poitrine, on voit, à chaque expiration (2), le sang refluer du cœur vers le cerveau.

D'un autre côté, si, sur un animal vivant, on ouvre un sinus du cerveau, on voit le sang couler d'un mouvement inégal, ralenti pendant l'inspiration, et accéléré pendant l'expiration (3).

VII. Ainsi donc, pendant l'expiration : d'une

(1) *Voyez*, pour Haller, ses *Mém. sur les parties sensibles et irritables du corps animal* et ses *Éléments de physiologie*. t. IV; et, pour Lamure, son mémoire intitulé : *Recherches sur la cause des mouvements du cerveau, qui paraissent dans l'homme et les animaux trépanés*. Mém. de l'Acad. roy. des sc., année 1749.

(2) Ce reflux ne dépend pas uniquement de l'expiration. Il subsiste après la mort de l'animal (et même quand le thorax est ouvert), tant que l'oreillette droite du cœur se contracte.

(3) J'ai déjà indiqué ce fait dans le XVIII[e] chapitre de cet ouvrage. *Voyez* ce chapitre, à la p. 287.

part, le sang reflue du cœur dans les veines jugulaires; et, d'autre part, les sinus du cerveau se gonflent.

VIII. Mais, 1° le reflux du sang dans les veines jugulaires, va-t-il jusqu'à gonfler les sinus du cerveau? Et, 2° le gonflement des sinus va-t-il jusqu'à soulever le cerveau? C'est ici que commencent les difficultés.

IX. On peut douter, premièrement, que le reflux du sang, à cause des valvules, s'étende des veines jugulaires jusqu'aux sinus.

J'ai toujours vu, sur la veine jugulaire, le reflux être très sensible près du cœur; l'être déjà beaucoup moins à l'endroit où la jugulaire primitive se divise en deux autres (la jugulaire externe et la jugulaire interne); et ne l'être presque plus, passé cette division.

X. On peut douter, en second lieu, que le gonflement des sinus aille jusqu'à soulever le cerveau; car si plusieurs sinus sont placés sous le cerveau, plusieurs le sont au-dessus.

Toutes les artères, du moins toutes les artères principales, tous les *troncs artériels* du cerveau, sont placés, au contraire, à la base du cerveau, ou sous le cerveau.

XI. A ne considérer donc que le côté anatomique du phénomène, le mouvement du cerveau

semblerait dépendre, au moins autant, si ce n'est même beaucoup plus, de l'action des artères que de l'action des sinus veineux. Et c'est en effet ce que plusieurs physiologistes n'ont pas craint d'avancer.

« Les mouvements alternatifs d'élévation ou
» d'abaissement qu'offre le cerveau sont isochro-
» nes, dit Richerand, à la systole et à la dias-
» tole des artères placées à sa base : l'élévation
» correspond à la dilatation, l'abaissement au res-
» serrement de ces vaisseaux; la respiration n'est
» pour rien dans ce phénomène (1). »

XII. Voilà donc le mouvement du cerveau tour à tour attribué aux sinus veineux et aux artères. Et ce n'est pas tout. Selon Haller, il n'y a pas un seul mouvement du cerveau; il y en a deux : un qui répond au reflux du sang dans les sinus veineux, et un autre qui répond au mouvement des artères.

XIII. La question qui m'occupe, en ce moment, est donc très complexe. Il s'agit de voir, d'abord, s'il y a deux mouvements du cerveau, ou s'il n'y en

(1) *Nouveaux Éléments de physiologie*, t. I. Il y a bien des erreurs dans cette proposition de Richerand; car, comme on va le voir : 1° le mouvement du cerveau n'est pas isochrone à celui des artères, mais à celui de la respiration; et 2° la respiration est *pour tout* dans ce phénomène.

a qu'un ; il s'agit de voir ensuite quelles sont les forces par lesquelles le cerveau se meut, soit qu'il n'ait qu'un mouvement, soit qu'il en ait deux.

XIV. Je commence par examiner la première de ces deux questions, savoir, s'il n'y a qu'un mouvement du cerveau, ou s'il y en a deux.

§ II.

I. Je mis, sur un lapin, le cerveau à nu, par l'ablation de la voûte du crâne.

Je vis aussitôt le mouvement du cerveau; et je vis qu'il répondait, avec l'évidence la plus complète, aux mouvements de la respiration.

Le cerveau s'élevait pendant l'expiration ; il s'abaissait pendant l'inspiration.

Il y avait pourtant des moments, et ces moments se reproduisaient même assez fréquemment, où le cerveau paraissait immobile.

Mais dès qu'on gênait la respiration, en pressant, par exemple, les narines de l'animal, on voyait aussitôt le mouvement du cerveau reparaître, et reparaître avec d'autant plus de force que l'animal faisait de plus grands efforts pour respirer.

Ainsi, plus les inspirations étaient profondes, plus le cerveau s'abaissait d'abord, pendant l'inspiration, et plus il s'élevait ensuite au moment de l'expiration.

Le mouvement du cerveau correspond donc aux mouvements de la respiration.

II. Et de plus, ce mouvement qui répond à la respiration est, pour le cerveau, le seul mouvement de totalité, *de masse*.

Car, 1° dans les moments où la respiration se fait sans effort, il n'y a qu'un mouvement du cerveau presque insensible; 2° quand il y a un mouvement marqué du cerveau, il répond toujours à un mouvement de la respiration; et 3° enfin on peut ralentir, accélérer, affaiblir, accroître le mouvement du cerveau, selon qu'on ralentit ou qu'on accélère, selon qu'on accroît ou qu'on affaiblit les mouvements de la respiration.

III. Il n'y a donc, comme je viens de le dire, qu'un mouvement du cerveau (1); et, comme je viens de le dire encore, ce mouvement correspond aux mouvements de la respiration.

IV. Haller croit qu'il y a deux mouvements du cerveau, dont l'un répond à la respiration; et dont

(1) C'est-à-dire *qu'un mouvement du cerveau en masse* : car pour le mouvement, pour l'agitation intime de toutes les parties du cerveau, mouvement déterminé par l'action de tous les vaisseaux artériels et veineux qui se rendent dans cet organe, et dont j'ai parlé dans un précédent chapitre (*Voyez* ci-devant, chapitre XIX, pag. 319), ce mouvement n'est pas un mouvement du cerveau en masse; et, de plus, il n'est pas sensible à l'œil.

l'autre répondrait, selon lui, au mouvement des artères (1).

Mais c'est que Haller borne, et tout-à-fait à tort, le premier aux seuls mouvements du cerveau qui se lient, d'une manière si manifeste, aux grands efforts de la respiration (2).

V. Haller fait donc, d'un seul mouvement, mal vu, deux mouvements distincts; le mouvement qu'il attribue aux artères n'est donc encore que le mouvement déterminé par la respiration, mais un mouvement plus faible, parce qu'il est déterminé par des efforts de respiration plus faibles. Il n'y a donc, encore une fois, qu'un seul mouvement du cerveau, et ce mouvement unique ne dépend que d'une seule cause, savoir, la respiration.

VI. Mais selon quel mécanisme, mais par quelles forces, la respiration détermine-t-elle ce mouvement?

C'est ici la seconde des deux questions qu'il s'agit de résoudre.

§ III.

I. Haller et Lamure expliquent le soulèvement du cerveau pendant l'expiration par le re-

(1) *Éléments de physiologie*, t. IV. p. 176.

(2) *Dum clamatur, cerebrum exseritur, et exsufflatur... in clamore et tussi sinus duræ membranæ elevantur,* etc. *Ibid*, t. IV. p. 172.

flux du sang de la veine cave supérieure dans les veines jugulaires, et des veines jugulaires dans les sinus de la dure-mère.

II. Pour décider si cette cause est en effet la vraie, il n'y a qu'une expérience à faire : il n'y a qu'à supprimer l'action de ce reflux ; il n'y a qu'à empêcher ce reflux, ou du moins qu'à l'empêcher de se transmettre jusqu'au cerveau.

III. Lamure l'avait bien senti : aussi cherche-t-il, dans toutes ses expériences, à soustraire le cerveau à l'action du reflux du sang veineux.

Mais, sur ce point, les expériences de Lamure sont très incomplètes.

IV. Il lie, d'abord, les deux veines jugulaires ; mais il reste les deux veines vertébrales.

Puis, il coupe tout à la fois les veines jugulaires et les vertébrales ; et néanmoins (ce qui va directement contre son explication), il voit le mouvement du cerveau subsister encore.

V. « Ayant coupé, dit-il, les veines jugulaires, » ayant plongé le scalpel dans l'intervalle des deux » apophyses transverses des vertèbres du col pour » couper les veines vertébrales, le mouvement » du cerveau subsistait encore aussi sensible qu'au- » paravant (1). »

(1) *Recherches sur la cause des mouvements du cerveau*, etc.

VI. C'est qu'en effet les veines jugulaires et les vertébrales ne sont pas la seule source d'où les sinus et les veines du cerveau tirent leur sang; et que, comme nous le verrons bientôt, tant que le cerveau peut recevoir du sang, le mouvement du cerveau subsiste.

VII. J'ai répété les expériences de Lamure. J'ai voulu voir, d'abord, ce que produirait la ligature des veines du cerveau, et ensuite ce que produirait la section de ces mêmes veines.

§ IV.

I. J'ai lié les deux veines jugulaires primitives sur un lapin.

J'avais commencé par mettre le cerveau à nu; et j'avais observé, pendant quelque temps, le mouvement de cet organe, qui, comme on l'a vu, répond exactement à celui de la respiration (1).

Les veines jugulaires étant liées, comme je viens de le dire, le cerveau parut bientôt très gonflé.

Immédiatement après l'opération, le mouvement du cerveau subsistait, et se manifestait

(1) Je remarque, une fois pour toutes, que le cervelet, que la moelle allongée, que la moelle épinière même, se meuvent tout comme le cerveau proprement dit.

surtout quand on gênait la respiration de l'animal en pressant un peu ses narines.

Deux heures après l'opération, le cerveau était beaucoup plus gonflé encore, ainsi que ses sinus et ses veines. Mais déjà, quand l'animal respirait librement, le mouvement du cerveau n'était plus sensible; et lors même qu'on gênait la respiration de l'animal, le mouvement du cerveau paraissait à peine.

L'animal, que j'avais mis dans un coin, ne bougeait presque pas.

Le lendemain de l'opération, il vivait encore. Le cerveau était beaucoup plus tuméfié que la veille, et ses mouvements encore plus faibles.

II. J'ai répété cette expérience sur plusieurs autres lapins. Quelques uns ont survécu jusqu'au lendemain de l'opération; d'autres n'ont survécu que quelques heures.

Sur tous, le cerveau s'est tuméfié; et plus il s'est tuméfié, plus ses mouvements sont devenus faibles (1).

III. Après ces premières expériences sur la ligature des veines jugulaires, j'ai voulu voir ce

(1) Je n'ai jamais pu lier les veines vertébrales sur l'animal vivant. Mais il est évident que l'effet de la ligature des vertébrales ne ferait que s'ajouter à l'effet de la ligature des jugulaires, et que les deux effets ne pourraient qu'agir dans le même sens.

que ferait la ligature des artères carotides et vertébrales.

§ V.

I. Je liai, sur un lapin, les deux carotides primitives et une des deux vertébrales.

Ces ligatures opérées, on voyait le cerveau de l'animal se déprimer et s'affaisser de plus en plus.

Quant au mouvement de cet organe, non seulement il subsistait comme auparavant, mais il était beaucoup plus marqué. Il l'était surtout incomparablement plus, pour peu qu'on gênât la respiration de l'animal, et qu'on provoquât par conséquent des inspirations plus fortes.

Bientôt le mouvement devient de plus en plus manifeste, et cela même sans qu'on gêne la respiration de l'animal.

Deux heures après l'opération, le mouvement est plus prononcé encore, surtout quand on gêne la respiration; et le cerveau est de plus en plus déprimé.

L'animal, mis dans un coin, ne bouge presque pas.

II. J'ai dit que, pour accroître le mouvement du cerveau, il faut gêner la respiration de l'animal en pressant ses narines; il ne faut pas pourtant les boucher tout-à-fait, car on empêcherait l'animal

de respirer. Il faut, au contraire, non seulement que l'animal respire, mais qu'il respire par des inspirations plus fortes.

III. Cette expérience décide évidemment contre l'opinion qui attribue le mouvement du cerveau à l'action des artères; car, dans cette expérience, l'action des artères a été réduite; et plus cette action a été réduite, plus le mouvement du cerveau s'est accru.

IV. Le mouvement du cerveau, le mouvement qui meut le cerveau en masse, le mouvement de cet organe qui répond à la respiration, ne dépend donc pas des artères.

V. J'ai répété les expériences qu'on vient de voir sur plusieurs autres lapins, et toujours avec le même résultat.

VI. J'ai lié, tantôt les deux carotides primitives seules, tantôt les deux carotides et une vertébrale, et le mouvement du cerveau, loin d'en être affaibli, en a toujours paru augmenté.

Quand j'ai lié les deux carotides primitives et les deux vertébrales, l'animal est toujours mort presque sur-le-champ.

§ VI.

I. Je reviens à l'action des veines.

II. J'ai ouvert, j'ai coupé, sur plusieurs lapins, les veines jugulaires et les vertébrales : dans tous ces cas, le mouvement du cerveau s'est de plus en plus affaibli ; mais, quoique de plus en plus faible, il a toujours subsisté (1).

III. D'un autre côté, l'ouverture des sinus supérieurs, soit du cerveau proprement dit, soit du cervelet, n'a jamais arrêté le mouvement du cerveau (2).

IV. Ainsi donc : 1° la ligature, soit des deux artères carotides, soit des deux carotides et d'une vertébrale, rend le mouvement du cerveau plus marqué ;

2° La ligature des veines jugulaires affaiblit ce mouvement sans l'éteindre ;

Et 3° l'ouverture même des veines jugulaires et des vertébrales, qui l'affaiblit plus encore, ne l'éteint pas.

V. Nous verrons, plus loin, l'explication, nette et précise, de ces trois faits.

(1) Du moins tant que l'animal a conservé assez de sang pour respirer et pour vivre. Et dans tous ces cas, comme on le verra bientôt, après la mort même de l'animal le thorax ayant été comprimé, le mouvement du cerveau a recommencé.

(2) On a vu, d'ailleurs, dans le XVIII[e] chapitre de cet ouvrage, que l'hémorrhagie de ces sinus n'est jamais bien considérable.

§ VII.

I. Lamure a dit :

« Quand on connaît la communication des veines » jugulaires et vertébrales avec les sinus latéraux, » la communication de ceux-ci avec tous les autres » sinus de la dure-mère, il n'y a aucune difficulté » à concevoir que le sang, repoussé par les jugulai- » res et les vertébrales, doit gonfler tous les sinus » de la dure-mère, et par conséquent soulever les » portions du cerveau qui sont posées sur quelques » uns de ces sinus. Je crois cependant que cette pre- » mière cause n'est pas celle qui produit princi- » palement l'élévation du cerveau ; son mouve- » ment paraît trop uniformément répandu dans » toute sa masse. La dilatation des veines qui » entrent dans le tissu de ce viscère me semble » être la principale cause de son gonflement.

» Cette dilatation, ajoute Lamure, dépend du » reflux du sang de la cavité des sinus dans les » vaisseaux veineux qui s'y abouchent....... J'ai » vu, continue-t-il, dans l'animal vivant, qu'une » veine qui serpentait sur la surface du cerveau » se remplissait aussitôt que ce viscère se portait » en dehors, et qu'elle se vidait lorsqu'il s'affais- » sait. Le sang repoussé par les veines jugu- » laires et les vertébrales peut donc refluer jusque

» dans les vaisseaux qui composent le cerveau; » et lorsque ce reflux aura lieu, ce viscère, dont » le volume augmente alors nécessairement, s'é- » lèvera plus ou moins, suivant les différentes » intensités de la cause que je viens d'expli- » quer (1). »

II. Il y a donc, d'après Lamure, deux causes de l'élévation du cerveau, savoir : la dilatation des sinus sur lesquels repose ce viscère, et la dilatation de toutes les veines qui entrent dans sa substance; et je n'hésite pas, avec Lamure, à regarder cette dernière cause comme la principale.

III. L'*élévation* du cerveau est donc bien plus un gonflement qu'un soulèvement.

Le cerveau ne se soulève, en effet, que par la dilatation (proportionnellement petite) des sinus sur lesquels il repose (2); et il se gonfle par la dilatation (proportionnellement très grande) de tous les vaisseaux qui pénètrent dans sa substance.

IV. J'ai déjà fait connaître le mécanisme du gonflement du cerveau dans un autre chapitre de cet ouvrage, en faisant connaître le mécanisme selon lequel les *exubérances* se forment (3).

(1) *Recherches sur les causes du mouvement du cerveau*, etc.

(2) Les sinus *caverneux*, *basilaires*, etc.

(3) *Voyez*, ci-devant, le chapitre XIXe p. 317.

V. Les *exubérances* ne sont, en effet, qu'un cas particulier du gonflement du cerveau; et le mécanisme de l'un de ces phénomènes est, au fond, le même que le mécanisme de l'autre.

VI. Or, on l'a déjà vu, ce mécanisme tient essentiellement à la dilatation de tous les vaisseaux, tant artériels que veineux, qui pénètrent dans la substance cérébrale et s'y ramifient.

VII. Je dis vaisseaux artériels et veineux. En effet, si l'on ouvre une artère, et que l'on examine le jet de sang qui en coule, on verra ce jet de sang être beaucoup plus fort à chaque expiration, et surtout à chaque expiration un peu forte (1).

§ VIII.

I. Ainsi donc, d'une part, le sang veineux reflue vers le cerveau à chaque expiration, et, de l'autre, le sang artériel s'y porte avec plus de force. Le cerveau est donc gonflé à chaque expiration; et voilà pourquoi il s'élève.

II. Au contraire, à chaque inspiration, le thorax, qui s'était resserré pendant l'expiration, se dilate;

(1) *Voyez*, sur ce point, les expériences, si remarquables par leur précision, de M. Poiseuille : *Recherches sur la force du cœur aortique*. Paris, 1828. *Voyez* aussi M. Magendie : *Précis élémentaire de physiologie*, t. II, p. 426.

il s'y fait un vide qui attire, qui aspire le sang des veines jugulaires et vertébrales, et par les veines jugulaires et vertébrales des sinus du cerveau, et par les sinus du cerveau de toutes les veines de cet organe; d'un autre côté, le sang des artères est poussé dans le cerveau avec moins de force. Le cerveau a donc moins de sang, et par conséquent il se dégonfle ou s'abaisse.

III. Mais, de ces deux causes du mouvement du cerveau, l'action du sang artériel et l'action du sang veineux, quelle est celle qui doit être regardée comme la principale? Évidemment, c'est l'action du sang veineux (1).

§ IX.

I. L'action des artères concourt au gonflement

(1) Lorry, qui a bien vu le concours de ces deux causes : l'action du sang artériel et l'action du sang veineux, n'a pas vu que, de ces deux causes, la principale est l'action du sang veineux. Il semble regarder ces deux causes comme étant d'un effet à peu près égal. « Pendant l'effort expiratoire, dit-il, ...les » troncs des vaisseaux qui sont dans la poitrine reçoivent une » forte compression capable d'exprimer impétueusement le sang » des troncs artériels vers les branches qui sortent de la poi- » trine, et d'empêcher le retour du sang qui vient des différentes » parties et qui se présente dans la veine cave. Voilà une cause suf- » fisante pour augmenter sensiblement le volume du sang dans le » cerveau, et celui du cerveau lui-même. » *Mém. de l'Acad. des sciences : Savants étrangers*, t. 3, p. 308.

du cerveau; mais elle ne concourt pas à l'affaissement de cet organe, ou n'y concourt du moins que d'une manière à peine sensible.

II. L'injection même des carotides sur l'animal mort ne détermine pas un mouvement de gonflement et d'affaissement successifs, tel que celui qui répond à la respiration.

III. J'ai injecté les carotides avec de l'eau, sur plusieurs lapins qui venaient de mourir.

A chaque nouvelle quantité d'eau injectée, le cerveau s'est tuméfié; mais, l'effort d'injection cessant, le cerveau ne s'est pas affaissé, ou ne s'est affaissé du moins que d'une manière à peine sensible.

IV. La cause principale du mouvement du cerveau en masse, de ce mouvement si prononcé de gonflement et d'affaissement alternatifs, de ce mouvement qui répond à la respiration, la cause principale de ce mouvement n'est donc pas dans l'action des artères.

V. Est-elle, comme je viens de le dire, dans l'action du sang veineux?

§ X.

I. Lamure avait déjà remarqué que, si l'on comprime le thorax sur un animal mort, on voit aus-

sitôt les mouvements du cerveau qui renaissent.

II. « L'animal étant mort, dit Lamure, je lui
» soufflai dans les narines, en comprimant en
» même temps le thorax; le cerveau s'éleva très
» sensiblement; mais je m'aperçus que la même
» chose arrivait, en ne faisant autre chose que
» comprimer et relâcher alternativement les côtes:
» par cette manœuvre, les mouvements du cer-
» veau paraissaient dans l'animal mort aussi sen-
» sibles que dans le vivant; lorsque je comprimais
» les côtes, le cerveau s'élevait; lorsque je les aban-
» donnais à elles-mêmes, il s'abaissait (1). »

III. J'ai répété, avec soin, l'expérience de Lamure; et c'est en la répétant que je suis parvenu à démêler enfin la vraie cause des mouvements du cerveau.

IV. Si, sur un animal mort, on comprime et relâche alternativement le thorax, le cerveau ayant été préalablement mis à nu, on voit le cerveau s'élever et s'abaisser alternativement.

Il s'élève pendant la compression du thorax, compression qui répond à l'expiration; il s'abaisse pendant le relâchement du thorax, relâchement qui répond à l'inspiration.

V. De plus, à chaque compression du thorax,

(1) *Recherches sur la cause des mouvements du cerveau*, etc.

on voit le cerveau se gonfler, et tous ses *vaisseaux veineux* (veines et sinus) se remplir de sang.

La compression du thorax produit une véritable injection de tous les *vaisseaux veineux* du cerveau.

Et cette injection de tous les *vaisseaux veineux* du cerveau, est la *cause principale* du gonflement du cerveau. L'action du sang artériel n'est qu'une *cause secondaire* de ce gonflement.

VI. Mais d'où vient ce sang veineux que la compression du thorax pousse dans le cerveau? Il ne vient pas uniquement des veines jugulaires et vertébrales, comme le supposaient Haller et Lamure. Ce sang vient surtout d'une autre source; et cette autre source, oubliée jusqu'ici, est dans les sinus veineux du grand canal des vertèbres.

§ XI.

I. Je liai les deux veines jugulaires primitives, sur un lapin.

Le lendemain de l'opération l'animal vivait encore. Le cerveau était très tuméfié.

On ne voyait plus les mouvements de ce viscère pendant la respiration ordinaire; et même, quand on gênait la respiration, ces mouvements reparaissaient à peine.

J'ouvris les deux veines jugulaires: presque aussitôt le cerveau se dégonfla; les yeux et surtout la paupière interne, qui étaient sortis de l'orbite, y rentrèrent; la respiration fut plus libre; et les mouvements du cerveau, qui avaient presque disparu, reparurent.

Je laissai l'animal mourir d'hémorrhagie; et le mouvement du cerveau, quoique de plus en plus faible, subsista jusqu'aux derniers efforts inspiratoires de l'animal.

A peine l'animal fut-il mort, que j'ouvris les deux veines vertébrales; une certaine quantité de sang s'en écoula encore.

Enfin, quand tout écoulement de sang, soit par les jugulaires, soit par les vertébrales, fut arrêté, je comprimai les parois du thorax. Les premiers efforts de compression ne produisirent aucun effet; mais bientôt, à chaque compression du thorax, je vis le cerveau s'élever ou se gonfler, et, à chaque relâchement du thorax, je le vis s'abaisser.

II. Le sang qui, pendant l'expiration ou la compression du thorax, produit le gonflement du cerveau, ne vient donc pas uniquement des veines jugulaires et vertébrales.

III. J'ouvris, sur ce lapin même, le canal vertébral dans la région lombaire. Je coupai, je sou-

levai la moelle épinière, et j'ouvris les sinus vertébraux. Il s'en écoula aussitôt une grande quantité de sang, quoique l'animal en eût déjà perdu beaucoup par l'ouverture des veines jugulaires et vertébrales.

Je fis suspendre l'animal par la tête; et l'hémorrhagie des sinus, qui s'était arrêtée, reparut. Enfin, quand je supposai les sinus à peu près vides, je fis recommencer la compression du thorax; et, cette fois-ci, je la fis recommencer en vain : les mouvements du cerveau ne furent plus reproduits.

J'ai répété plusieurs fois cette expérience, et toujours le résultat a été le même.

IV. La véritable source du sang veineux qui, par son reflux, produit le gonflement du cerveau (pendant la compression du thorax, quand l'animal est mort, et, quand l'animal vit, pendant l'expiration) est donc dans les deux grands sinus des vertèbres.

§ XII.

I. Dans le lapin, animal sur lequel les expériences qui précèdent ont été faites, les deux sinus vertébraux règnent tout le long du canal vertébral, de chaque côté du corps des vertèbres.

Pendant tout ce long trajet, ils communiquent

l'un avec l'autre par une suite de sinus moyens. Chaque sinus moyen est placé sur le corps même de chaque vertèbre. Enfin, arrivés au cerveau, les deux longs sinus vertébraux se continuent avec les sinus de la base du crâne.

Pendant ce long trajet encore, on voit sortir de chaque sinus vertébral, par chaque trou de conjugaison, toutes les veines de la colonne vertébrale.

II. Pour ce qui est des veines dorsales en particulier, lesquelles concourent surtout au phénomène qui nous occupe, ces veines vont directement des sinus vertébraux à la veine *azygos* (1), de la veine *azygos* à la veine cave supérieure, et de la veine cave supérieure à l'oreillette droite du cœur.

III. Ainsi donc pendant l'expiration (ou, sur l'animal mort, pendant la compression du thorax), le sang reflue du thorax, par les veines dorsales ou thoraciques, dans les sinus vertébraux, et des

(1) Ajoutez que ni la veine *azygos*, ni les *sinus vertébraux* n'ont de valvules : ce qui permet au sang de refluer de la veine *azygos* dans les sinus vertébraux, et des sinus vertébraux dans les sinus du crâne.

De plus, outre la veine *azygos*, il y a, dans le lapin, deux *demi-azygos*, une de chaque côté. Chaque veine *demi-azygos* se rend dans la veine cave supérieure de son côté.

sinus vertébraux jusque dans les sinus du crâne, et des sinus du crâne jusque dans les veines propres du cerveau; et c'est par ce reflux (1) que le cerveau se gonfle.

Pendant l'inspiration, au contraire (et, sur l'animal mort, pendant le relâchement du thorax), le sang reprend son cours des veines du cerveau dans les sinus du crâne, des sinus du crâne dans les sinus vertébraux, des sinus vertébraux dans les veines du thorax, des veines du thorax dans l'oreillette droite du cœur; et le cerveau s'affaisse.

IV. L'action des sinus vertébraux, action inaperçue jusqu'ici, est donc la première et principale cause des mouvements du cerveau.

§ XIII.

I. Les mouvements alternatifs de gonflement et d'affaissement du cerveau dépendent donc de l'action du sang veineux, et surtout de l'action du sang veineux contenu dans les grands sinus des vertèbres.

Et cela posé, toutes les circonstances des expériences précédentes s'expliquent.

(1) Du moins *principalement*. Car, je le répète, l'afflux du sang artériel concourt aussi au gonflement du cerveau. Mais il ne s'agit, en ce lieu-ci, que de la *cause principale* de ce gonflement.

II. On a vu, d'abord, que la ligature, soit des deux carotides, soit des deux carotides et d'une vertébrale, rend le mouvement du cerveau plus marqué :

C'est que, des deux causes qui concourent au mouvement du cerveau, l'action du sang artériel et l'action du sang veineux, la première, l'action du sang artériel, *agit* d'une manière presque uniforme, parce qu'elle n'*agit* guère que pour le gonflement (1), et par conséquent masque, par son uniformité même, une partie de l'action inégale de la seconde. Plus l'afflux artériel sera proportionnellement affaibli, plus l'action du *reflux veineux* paraîtra donc avoir de force.

III. On a vu, en second lieu, que la ligature des veines jugulaires affaiblit le mouvement du cerveau :

C'est que le mouvement du cerveau se compose d'un gonflement et d'un dégonflement successifs. Or, la ligature des veines jugulaires rend le dégonflement plus faible ; et par suite le gonflement moins sensible ; et par suite le mouvement total moins marqué (2).

(1) En effet, l'action des artères tend toujours à gonfler le cerveau, seulement elle le gonfle un peu moins pendant l'inspiration que pendant l'expiration.

(2) Le mouvement total est d'autant plus marqué que le gonflement et le dégonflement le sont plus aussi ; ou, en d'autres termes, qu'il y a plus de différence entre le gonflement et le dégonflement.

IV. On a vu, en troisième lieu, que l'ouverture des veines jugulaires et vertébrales affaiblit plus encore le mouvement du cerveau :

C'est que, le mouvement du cerveau dépendant surtout du reflux du sang veineux, on ne peut diminuer la quantité du sang veineux sans diminuer la force du reflux, et par suite le mouvement du cerveau, effet de ce reflux.

V. On a vu, enfin, que l'ouverture des veines jugulaires et vertébrales, qui affaiblit beaucoup le mouvement du cerveau, ne l'éteint pourtant pas :

C'est que les veines jugulaires et vertébrales ne sont pas l'unique source du sang veineux qui, par son reflux, gonfle le cerveau.

VI. La principale source de ce sang est dans les sinus des vertèbres.

§ XIV.

I. De tout ce qui précède, je tire les conclusions suivantes :

1° Les mouvements alternatifs de gonflement et d'abaissement du cerveau répondent aux mouvements de la respiration ;

2° Le cerveau s'élève pendant l'expiration, il s'abaisse pendant l'inspiration ;

3° Ce qu'on appelle l'*élévation* du cerveau est un gonflement bien plus qu'un soulèvement ;

4° Des deux causes qui concourent au gonflement du cerveau, l'afflux du sang artériel et le reflux du sang veineux, le reflux du sang veineux est la principale;

6° Ce sang veineux qui, pendant l'inspiration, reflue dans le cerveau et le gonfle, ne vient pas seulement des veines jugulaires et vertébrales, comme on l'avait cru jusqu'ici; il vient surtout des sinus vertébraux.

6° Le sang artériel ne concourt, du moins d'une manière sensible, qu'au gonflement du cerveau;

7° Le sang veineux, par son afflux vers le thorax, pendant l'inspiration, détermine seul l'affaissement de cet organe.

II. L'afflux et le reflux alternatifs du sang veineux, voilà donc les deux principales causes du dégonflement et du gonflement alternatifs du cerveau.

III. J'ai dit plus haut que la dilatation des artères du cerveau concourt à son gonflement. Mais les artères se dilatent-elles en effet? Cette question a beaucoup occupé les physiologistes, et n'était point encore résolue.

IV. J'ai cherché à la résoudre par les expériences du chapitre qui suit.

CHAPITRE XXII.

MÉCANISME DU MOUVEMENT OU BATTEMENT DES ARTÈRES (1).

—

§ Ier.

I. La question générale du mécanisme du mouvement des artères se divise en deux questions particulières : la première, relative à la *cause* qui détermine ce mouvement, et la seconde, relative au *mode* selon lequel il s'opère.

II. Pour plus de clarté, je traiterai ces deux questions l'une après l'autre. Je commence par celle qui se rapporte à la *cause*.

§ II.

Cause physique du mouvement des artères.

I. Galien attribuait cette cause, comme chacun sait, à une prétendue *faculté pulsifique*, dérivée du cœur par les tuniques des artères ; et voici l'expérience sur laquelle il fondait son opinion.

(1) Mémoire lu à l'Acad. roy. des sciences, le 23 janvier 1837.

II. Une artère étant ouverte par une incision longitudinale, Galien introduisait un tuyau dans l'intérieur de cette artère : il liait ensuite les tuniques de l'artère par-dessus le tuyau ; et aussitôt, quoique le sang continuât à couler dans toute la partie de l'artère inférieure à la ligature, le battement de l'artère n'en cessait pas moins, selon Galien, dans toute cette partie (1).

III. Cette expérience ingénieuse n'a contre elle que de n'être pas exacte. Je l'ai répétée bien des fois, et après bien des physiologistes (2), et toujours, et comme eux, avec un résultat complétement inverse de celui de Galien.

J'ai mis, sur plusieurs moutons, l'aorte abdominale à nu ; je l'ai ouverte par une incision longitudinale ; j'ai introduit un tuyau de plume (3) dans sa cavité ; j'ai lié les tuniques de l'artère par-dessus le tuyau ; j'ai même, dans la plupart des cas, coupé totalement l'artère, dont les deux bouts se trouvaient alors séparés par un tuyau intermédiaire, fixé à chaque bout par une ligature ;

(1) Galien : *An sanguis in arteriis naturâ continetur*, ch. VIII.

(2) Surtout Vieussens. M. Magendie l'a aussi répétée, mais dans d'autres vues. (*Précis élémentaire de physiologie*, t. II, 2e éd., p. 266.)

(3) Vu le diamètre de l'aorte abdominale du mouton, je me suis servi, pour ces expériences, de tuyaux de plume d'oie.

et constamment j'ai vu le sang traverser le tuyau, passer dans la partie postérieure ou inférieure de l'artère; et cette partie inférieure, et toutes les artères qui en dépendent, les artères crurales, les artères de la jambe, celles du pied, continuer de battre.

L'expérience de Galien n'est donc pas exacte; et la *faculté pulsifique* qu'il imagine sur cette expérience même, et sur cette expérience seule, n'est qu'un vain mot.

IV. Harvey est le premier qui ait montré clairement, dans l'*effort impulsif* du sang poussé par les contractions du cœur, la cause directe du mouvement des artères.

De cette expérience si simple dans laquelle il suffit d'interrompre le *cours du sang* par une ligature pour suspendre le *battement* dans toute l'étendue de l'artère inférieure à la ligature, et de supprimer la ligature pour restituer tout à la fois et le *cours du sang* et le *battement* de l'artère, il concluait que le *battement* de l'artère n'est donc que l'effet du *cours* ou de l'*effort* du sang.

Et de ce fait pathologique qu'il avait eu occasion d'observer, fait remarquable où, malgré l'ossification complète de l'aorte et des crurales, dans une certaine étendue, il avait vu néanmoins toutes les artères inférieures, même celles du pied, continuer de battre, il concluait que le *battement*

des artères ne venait donc pas du cœur par leurs tuniques, quoi qu'en eût dit Galien, puisque l'*ossification* de ces tuniques, c'est-à-dire leur *interruption*, n'avait pas empêché ce *battement* de survivre.

V. On s'étonne que des idées si nettes n'aient pas détourné Lamure de chercher ailleurs la cause physique du battement des artères, et de la placer dans le soulèvement de l'artère, déterminé par le soulèvement du cœur.

Lamure commence par élever quelques objections contre le fait observé par Harvey. D'abord, dit-il, Harvey ne parle du battement des artères placées au-dessous de l'ossification, que comme d'un *fait dont il se ressouvient;* et, en second lieu, ajoute-t-il, il n'a pas constaté la circonstance (seule essentielle, en effet, par rapport à la théorie de Lamure) de l'*immobilité* de la portion d'artère ossifiée.

VI. Cependant rien n'est plus aisé que de reproduire le fait d'Harvey, du moins quant à son résultat mécanique, seul résultat à considérer ici, et de le reproduire avec la circonstance d'*immobilité* exigée par Lamure.

Si, après avoir coupé transversalement l'aorte abdominale sur un mouton, comme je le disais tout-à-l'heure, on en rejoint les deux bouts par un

tuyau intermédiaire, fixé à chaque bout par une ligature, on n'a qu'à comprimer, qu'à fixer alors ce tuyau contre le corps des vertèbres, pour interrompre tout soulèvement des artères inférieures par le soulèvement du cœur; et toutefois, le battement de ces artères inférieures n'en continue pas moins, ainsi que je l'ai constaté à plusieurs reprises; et, par conséquent, ce n'est pas du soulèvement des artères par le soulèvement du cœur que ce battement dérive.

VII. Lamure ne se bornait pas aux objections que je viens de rapporter contre le fait d'Harvey; il s'appuyait, en outre, pour combattre la théorie de l'*effort impulsif* du sang, sur l'expérience suivante.

Il interceptait une portion d'artère, pleine de sang, entre deux ligatures; et comme il voyait cette portion d'artère se mouvoir encore, ou, plutôt (ce qu'il ne distinguait pas et dont la distinction faisait pourtant tout le fond de l'expérience) être mue par la portion supérieure de l'artère à laquelle elle tenait, prenant ce mouvement communiqué pour un mouvement propre, il concluait que l'*effort impulsif* du sang n'était donc pas nécessaire pour que l'artère se mût, et conséquemment que ce n'était pas de cet *effort* que ce mouvement dépendait.

VIII. L'expérience invoquée par Lamure ne repose donc que sur une illusion ; la véritable cause, la cause physique, la cause directe du mouvement des artères est donc la *force impulsive* du sang poussé par les contractions des ventricules du cœur, force reconnue et démontrée par Harvey.

§ III.

Mode selon lequel se meuvent les artères.

I. Mais, la question relative au *mode* selon lequel se meuvent les artères n'est pas, à beaucoup près, aussi simple que celle qui concerne la *cause* physique de ce mouvement.

II. Selon Galien, le *battement* des artères, le *pouls*, n'est que l'effet de leur *diastole* et de leur *systole*, ou de leur *dilatation* et de leur *resserrement* successifs (1). Harvey ne voit de même le battement de l'artère que dans le jeu alternatif par lequel ses parois se dilatent et se resserrent (2); Weitbrecht, le premier, le voit dans la *locomotion*, ou mouvement en masse, de l'artère (3); Lamure, dans son *soulèvement* (4); Arthaud, dans le *redressement de ses angles* (5).

(1) Galien : *De pulsuum differentiis*, lib. II, cap. III.

(2) Harvey : *De circ. sang. Exerc. anatom.*, etc.

(3) Weitbrecht : *De circul. sang. Cogitat. physiol.*, etc.

(4) Lamure : *Recherches sur la cause de la pulsation des artères*, etc.

(5) Arthaud : *Dissertation sur la dilatation des artères*, etc.

III. Harvey coupait une artère mise à nu ; et en la prenant, au point coupé, entre ses doigts, il la voyait se dilater à chaque pulsation.

IV. Weitbrecht, frappé de la difficulté d'expliquer le mouvement total de l'artère par la seule donnée de sa dilatation et de son resserrement successifs, chercha le premier, comme je viens de le dire, à y joindre la donnée du mouvement en masse, du déplacement ou de la *locomotion* de l'artère.

V. Lamure supposa que le battement de l'artère consistait surtout dans son *soulèvement*, de ce que, une artère étant détachée des parties sous-jacentes, cette artère lui semblait fuir le doigt placé *au-dessous* pour aller frapper le doigt placé *au-dessus*.

VI. Arthaud, ayant *redressé* ou rendu *droites* les artères du mésentère sur plusieurs animaux, vit ou crut voir que ces artères qui *battaient*, tandis qu'elles avaient leurs *courbures*, ne *battaient plus*, ces *courbures* étant effacées.

§ IV.

I. J'ai répété ces expériences.

II. Le bout d'une artère coupée, pris entre les doigts, paraît se dilater, comme le dit Harvey, à

chaque pulsation; et, en effet, il se dilate d'autant plus qu'on presse davantage l'artère. Mais ce n'est là qu'une expérience bien vague; il est bien difficile d'y distinguer ce qui n'est que l'effort de l'artère, poussée par le sang contre la pression des doigts, de ce qui tient à sa dilatation naturelle; et l'on conçoit qu'une telle expérience n'ait eu que bien peu d'autorité sur les auteurs subséquents.

III. L'expérience de Lamure n'est point exacte. Si l'on détache une artère des parties sous-jacentes, elle frappe le doigt placé *au-dessous* comme le doigt placé *au-dessus*.

IV. L'expérience d'Arthaud n'est pas, non plus, d'une exactitude complète; car, bien qu'en *redressant*, en effaçant les courbures d'une artère, on *affaiblisse* en effet beaucoup sa *locomotion*, cependant on ne l'*éteint* point.

V. Ainsi donc, l'expérience d'Harvey est insuffisante; celle de Lamure inexacte; celle d'Arthaud incomplète; et la question du *mode* selon lequel s'opère le mouvement des artères reste soumise à tout le vague et à tous les doutes qui, dans les sciences d'expériences, ne cèdent qu'aux seules expériences complètes et décisives.

VI. Or, cette question importante, prise dans son ensemble, m'a paru n'être que la détermination expérimentale des divers éléments qui concourent

au mouvement total de l'artère, tels que la *dilatation*, la *locomotion*, ou d'autres; et par conséquent le premier point a été, pour moi, de m'assurer du nombre et de la nature de ces éléments.

§ V.

Dilatation des artères.

I. Il s'agissait d'abord de constater si l'artère se dilate et se resserre alternativement, quand elle se meut.

II. Galien suppose la *diastole* et la *systole*, sans les démontrer; Harvey ne les démontre que par une expérience dénuée de précision ; Weitbrecht cherche à substituer la *locomotion* à la *dilatation;* Lamure l'y substitue formellement; Arthaud affirme que l'*artère se meut sans dilatation ;* il s'est servi, tour à tour, pour ses explorations, de ligatures, de compas, et jamais il n'a vu l'artère se dilater.

III. Bichat, qui a répandu tant de lumière sur le mécanisme du cours du sang, pense que « la dilatation et le resserrement des artères sont peu de » chose et même presque nuls, dans l'état ordinaire (1). » Pour lui, comme pour Weitbrecht, la *cause spéciale du pouls est dans la locomotion de l'artère* (2).

(1) Bichat : *Anatomie générale*, art. *Remarques sur le pouls.*

(2) *Ibid.*

IV. Depuis Bichat, presque tous les physiologistes joignent la *dilatation* à la *locomotion* pour expliquer le *pouls*, le *battement* des artères. De nos jours, M. Magendie a tenté, de nouveau et avec succès, de constater directement la *dilatation* de l'artère (1) ; et M. Poiseuille a imaginé un instrument qui la lui a démontrée, et qui, de plus, lui à démontré qu'*elle n'est pas très considérable* (2).

V. De mon côté, je suis parvenu à la démonstration directe de la *dilatation* de l'artère par le procédé que je vais décrire. Voulant isoler les uns des autres, comme je viens de le dire, les divers éléments qui concourent au mouvement total de l'artère, il me fallait un appareil qui se mût avec l'artère sans changer de forme, ou dont la forme ne fût affectée que par la seule *dilatation*. Dans cette vue, j'ai fait fabriquer une lame très mince d'acier à ressort de montre ; j'ai fait faire, de cette lame, de petits anneaux brisés embrassant exactement et tout juste les artères autour desquelles je les appliquais, ou dont les deux bouts, l'artère étant embrassée par l'anneau, venaient aboutir l'un à l'autre.

On conçoit que ces anneaux ayant assez de flexi-

(1) *Précis élément. de physiol.*, t. II, 2e éd., p. 387.

(2) *Journ. de physiol. expérim.* de M. Magendie, 1830, p. 46.

bilité pour céder au moindre effort, et assez de ressort pour revenir aussitôt à leur premier état, l'effort cessant, la moindre *dilatation* de l'artère devait les ouvrir, et qu'ils devaient se fermer à son moindre *resserrement*. De plus, ces sortes d'anneaux incomplets, ou à continuité interrompue en un point donné, étant formés comme de deux branches mobiles, il est aisé, en les ouvrant, de les placer autour des artères que l'on veut soumettre à l'exploration; et si, ce qui, je le répète, est une condition de rigueur, ils embrassent tout juste l'artère sur laquelle on les place, le phénomène que l'on recherche ne tarde pas à se manifester.

VI. J'ai appliqué un de ces anneaux incomplets, ou à branches mobiles, autour de l'aorte abdominale d'un lapin. Aussitôt, j'ai vu les deux bouts de l'anneau s'écarter et se toucher, ou s'ouvrir et se fermer alternativement.

VII. J'ai répété cette expérience sur plusieurs lapins; et constamment j'ai vu l'anneau à branches mobiles accuser et traduire à l'œil, par le rapprochement et l'écartement alternatifs de ses bouts, la dilatation et le resserrement alternatifs de l'artère.

VIII. Et ce jeu des branches mobiles de l'anneau, déterminé par le jeu même des parois de l'artère,

s'est montré avec plus d'évidence encore sur l'aorte abdominale du chien, laquelle, comparée à celle du lapin, est tout à la fois plus volumineuse, et d'une énergie d'action plus marquée (1).

IX. L'artère se dilate et se resserre donc alternativement, quand elle se meut. La *dilatation* est donc un des faits, un des éléments du mouvement de l'artère. Est-il le seul?

§ VI.

Locomotion de l'artère.

I. Selon Weitbrecht, l'artère qui *bat* se déplace, ou, tour à tour, quitte et reprend sa place. Selon Arthaud, la *locomotion* des artères est toujours en raison des courbures qu'elles forment, et même, selon lui, les *artères droites* ne se *locomeuvent* pas.

II. Je commence par examiner ce qui se passe aux angles ou flexuoités des artères. A chaque angle, à chaque flexuosité, à chaque courbure d'une artère, il se fait un mouvement de *soulèvement* ou de *redressement*, mouvement remarquable et évident à la simple vue. Bien des physiologistes l'ont constaté à la crosse de l'aorte : là ce mouvement

(1) Les chiens sur lesquels ces expériences ont été faites étaient de moyenne taille.

éloigne l'artère de la colonne vertébrale, et produit un véritable *déplacement*, dans le sens strict du mot.

III. Nulle part, ce déplacement, cette locomotion des artères par le redressement, par le soulèvement de leurs courbures, ne se prête mieux à l'étude que sur les artères mésentériques. Toutes ces artères, libres, ou à peine soutenues par une membrane fine, se *locomeuvent* ou se *déplacent*, et surtout à leurs flexuosités ou courbures. On n'a qu'à renforcer ces *courbures* pour renforcer la *locomotion*, qu'à les diminuer pour l'affaiblir, qu'à les effacer pour l'affaiblir plus encore, sans cependant l'éteindre ou l'abolir entièrement, quoi qu'en ait dit Arthaud.

IV. En effet, les *artères droites* (1) mêmes se déplacent, ou, pour me servir de l'expression reçue, se *locomeuvent*. J'ai mis à nu l'une des deux carotides primitives sur un mouton; je l'ai déga-

(1) *Droites :* c'est-à-dire les moins *flexueuses*, car presque toutes les artères sont plus ou moins recourbées, ou à leur origine ou dans leur trajet; et, pour le système artériel à sang rouge, par exemple, elles le sont toutes à leur origine commune, la crosse de l'aorte. Ajoutez que l'effet de la *courbure* d'une artère se fait sentir sur celle qui la suit, lors même que celle-ci est *droite*. Ce que je dis donc ici des artères *droites* qui se *locomeuvent*, ne doit s'entendre que des artères *telles qu'elles sont en réalité*, et non d'artères qui *seraient absolument droites*.

gée des parties voisines et sous-jacentes, et je l'ai vue, tour à tour, se soulever, s'abaisser, se courber en arc, en un mot, se *locomouvoir* ou se *déplacer*, prendre et quitter tour à tour sa place.

V. Mais ce n'est pas tout. Il y a, dans un des sillons de la *panse* du mouton, une artère qui, lorsqu'on l'a dégagée des parties voisines, est plus libre encore que celles du mésentère, et qui présente plusieurs courbures successives et inverses. Or, quand cette artère se meut, on voit ses courbures opposées se changer alternativement les unes dans les autres, ou, successivement, les points convexes de chaque courbure devenir concaves, et les points concaves devenir convexes.

VI. Ainsi donc, le mouvement *locomotif* des artères *renforce*, *soulève*, *redresse*, *abaisse*, *efface*, *change* les courbures des artères; et ce mouvement *locomotif* est le second élément du mouvement total de l'artère.

§ VII.

Succussion ou élongation de l'artère.

I. Si l'on met une artère à nu, l'une des deux carotides primitives, par exemple, on reconnaît bientôt qu'elle est mue d'un mouvement de secousse qui, tour à tour, la pousse d'arrière en avant et la ra-

mène d'avant en arrière (1). Pour plus d'évidence, j'ai marqué d'un trait coloré un point donné de la carotide primitive, mise à nu et dégagée des parties voisines, sur un mouton; et j'ai vu, tour à tour, ce trait coloré avancer ou reculer par rapport à une ligne fixe, à une aiguille immobile, par exemple, à laquelle je le comparais.

II. Aux mouvements de *dilatation* et de *locomotion* de l'artère, qui viennent d'être démontrés, se joint donc un mouvement de *secousse* qui, tour à tour, la porte d'arrière en avant, et d'avant en arrière : et là est le troisième élément du mouvement total, ou *battement* de l'artère.

III. La *dilatation*, la *locomotion* et la *succussion*, pour me servir de l'expression d'Arthaud, le premier qui me paraisse avoir signalé ce fait (2), voilà donc les trois éléments primitifs ou constitutifs, et déterminés par l'expérience, du mouvement total de l'artère.

§ VIII.

I. En physiologie, quand on a, d'une part, les éléments constitutifs d'un phénomène, et, de l'autre, l'organe qui exécute ce phénomène, il ne

(1) C'est-à-dire du thorax vers la tête, et de la tête vers le thorax.

(2) Quoique, à la vérité, d'une manière bien vague.

s'agit plus que de rattacher les éléments du phénomène aux qualités physiques de l'organe. Or, la qualité physique des artères la plus essentielle, relativement au point de vue qui m'occupe, est leur *élasticité*.

II. Bichat, Éverard Home, Béclard, M. de Blainville, ont fait connaître, sous le rapport anatomique, et M. Chevreul, sous le rapport chimique, le tissu particulier, ce tissu *jaune, rétractile*, auquel l'artère doit de revenir avec énergie sur elle-même, quand elle a été distendue. M. Magendie a déduit de cette force de retour la nature du jet du sang qui s'échappe d'une artère ouverte, *jet continu*, dit-il, *sous l'influence du resserrement des artères, et saccadé par l'effet de la contraction des ventricules* (1).

III. Or, maintenant, remarquez que, par suite de son *élasticité*, l'artère peut être distendue en largeur, d'où sa *dilatation;* en longueur (2), d'où sa *succussion*, son *élongation* (3); qu'elle peut être flé-

(1) *Précis élémentaire de physiologie*, t. II, 2e éd., p. 410.

(2) L'*extensibilité* en longueur n'est pas moins remarquable que l'*extensibilité* en largeur. L'aorte du cheval, par exemple, peut être allongée de près d'un tiers en sus de sa longueur ordinaire, et cela, sans que sa membrane *moyenne* se rompe.

(3) Je dis *succussion* ou *élongation*; car l'artère étant fixée par ses deux bouts, un *trait coloré*, marqué sur elle, ne peut, alternativement, se porter en avant et en arrière d'un point fixe donné, sans qu'alternativement elle *s'allonge* et se *raccourcisse*.

chie, redressée, déplacée, d'où sa *locomotion;* et que, dans tous ces cas, elle revient par elle-même et par elle seule, à son premier état, et vous aurez toute cette suite de mouvements inverses et alternatifs de l'ensemble desquels dérive son mouvement total ou son *battement.*

IV. Remarquez, en outre, que l'*effort impulsif du sang* et l'*élasticité des parois de l'artère* étant donnés, tous les mouvements de l'artère en dérivent nécessairement et rigoureusement.

V. En effet, l'artère étant supposée *pleine*, et dans l'état ordinaire elle l'est toujours, chaque nouvelle quantité de sang poussée par les ventricules ne peut y pénétrer sans la distendre en *largeur*, en *longueur,* sans tendre à ramener, avec une nouvelle force, à la ligne droite, ses flexuosités, ses courbures, sans déterminer par conséquent plus ou moins, selon la disposition plus ou moins flexueuse de l'artère, sa *dilatation*, son *élongation*, sa *locomotion.*

VI. Et de la plénitude de l'artère, et de la tension de ses parois, et de la continuité de la colonne de sang qui la remplit, et de la tendance incessante (1) de cette colonne à la ligne droite, il suit que chaque nouvelle quantité de sang, poussée

(1) Et, de plus, *croissante* à chaque nouvelle quantité de sang poussée par les ventricules.

par les ventricules, ébranle toute cette colonne continue à la fois; et, simultanément *dilate*, *allonge* et *locomeut* l'artère.

VII. Le *battement*, ou mouvement total de l'artère, est donc un phénomène *un*, mais complexe; mouvement résultant de tous ceux auxquels se prête l'*élasticité* de l'artère, et, particulièrement, de sa *dilatation*, de sa *locomotion* et de son *élongation*.

§ IX.

Du pouls.

I. Le *pouls* dépend ou de la *dilatation* seule, ou de la *dilatation* compliquée de la *locomotion*, ou enfin de la *dilatation* compliquée de l'*effort du sang* contre la paroi de l'artère, déprimée par le doigt qui l'explore.

II. Selon Galien, selon Harvey, le *pouls*, c'est-à-dire le coup dont est frappé le doigt appliqué sur l'artère qui bat, est le choc produit par les *parois dilatées* de l'artère.

III. Selon Weitbrecht, le *pouls* est le choc produit par toute l'*artère déplacée*, et non par la seule *dilatation de ses parois*.

IV. Pour Arthaud (1), qui nie la *dilatation*, et

(1) Le *pouls* n'est aussi, pour Jadelot, que le *sentiment* de l'effort que fait le sang pour ramener l'artère, déprimée par le doigt,

qui néanmoins retrouve le *pouls* dans les artères mêmes qui, selon lui, n'ont pas de *locomotion*, le *pouls* n'est que l'effet de l'*effort du sang* contre la paroi de l'artère, déprimée par la pression du doigt.

V. D'après ce qui précède, on voit que, dans les *artères droites*, et qui se *locomeuvent* peu, le *pouls* tient surtout à la *dilatation*; que, dans les *artères flexueuses*, et qui se *locomeuvent* avec force, le *pouls* tient surtout à la *locomotion*; et que, dans les cas où le doigt ne se bornant pas à *toucher* l'artère, ou, plutôt, à être *touché* par elle, la presse et la déprime, le *pouls* tient, de plus, à l'*effort du sang* contre la paroi de l'artère déprimée par le doigt (1).

VI. Le *pouls* n'est donc que le *battement* senti par le doigt; et il se complique de tous les éléments (2), de toutes les circonstances qui déterminent ou compliquent le *battement*.

à son *calibre moyen*; c'est-à-dire au *calibre intermédiaire* entre la *dilatation* et le *resserrement* de l'artère.

(1) Dans ce cas, le doigt *sent* le *retour de l'artère à son calibre moyen*, plus sa *dilatation ordinaire*. Le *pouls* est donc, ou la *dilatation*, ou la *locomotion* seules, ou la *dilatation*, plus le *retour de l'artère déprimée à son calibre moyen*.

(2) Sauf, toutefois, l'élément de l'*élongation*, qui, par sa nature, n'a nul rapport au *pouls*.

CHAPITRE XXIII.

ACTION DÉTERMINÉE, OU SPÉCIFIQUE, DE CERTAINES SUBSTANCES SUR CERTAINES PARTIES DU CERVEAU (1).

§ Ier.

I. On sait, depuis long-temps, que certaines substances, introduites dans les voies digestives ou circulatoires, exercent une action déterminée ou spécifique sur le cerveau.

Mais jusqu'ici on n'a considéré cette action que sur le cerveau pris collectivement et en masse; mais jusqu'ici personne ne s'est même douté, je crois, qu'il y eût des substances qui pussent n'agir que sur telle ou telle partie du cerveau, et n'altérer conséquemment que les fonctions de telle ou telle partie de cet organe.

II. On sait depuis long-temps aussi que les diverses substances dont l'action se porte sur le

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de l'Institut, dans la séance du 24 novembre 1823.

cerveau n'en déterminent pas moins toutes, bien qu'elles agissent toutes sur le même organe, toujours considéré en masse, des phénomènes essentiellement divers.

Les unes produisent la stupeur, la perte des sens, le trouble de l'intelligence ; d'autres, l'ivresse, la perte de l'équilibre, le désordre des mouvements ; quelques unes, des convulsions.

Mais personne aussi n'a même seulement soupçonné, je crois, que cette diversité, que cette spécialité d'effets tînt précisément à l'action spéciale des diverses substances sur les diverses parties du cerveau ; ou, si l'on peut ainsi dire, à l'*affinité élective* de chacune de ces substances pour chacune de ces parties.

III. Les expériences qui suivent ont donc deux principaux objets : l'un, de confirmer, par un nouveau genre d'épreuves, *la spécialité de fonction des diverses parties du cerveau*, établie dans les précédents chapitres de cet ouvrage ; l'autre, de montrer que la *diversité d'action* des diverses substances qui agissent sur le cerveau tient précisément à ce que chacune de ces substances agit spécialement sur une partie différente de cet organe.

IV. Ces expériences ont toutes été répétées sur différents animaux, sur des pigeons, sur des lapins, etc.

Mais, c'est principalement sur des oiseaux, tels que des moineaux, des verdiers, etc., que j'en ai pu suivre le développement jusque dans les plus petits détails.

Le peu d'épaisseur des parois crâniennes n'interpose, sur ces oiseaux, qu'un voile à peu près transparent entre l'observateur et les phénomènes.

La rapidité avec laquelle les substances agissent sur d'aussi petits animaux permet de multiplier les expériences.

On éprouve incomparablement moins de difficulté, enfin, à évaluer la dose convenable, relativement au volume de l'animal.

V. Je remarque, en outre, qu'indépendamment de la dose précise à saisir pour chaque animal, il y a, quand cette dose se trouve dépassée, un moment à saisir pour démêler, dans l'observation, le phénomène principal des phénomènes secondaires, qui alors ne tardent pas à s'y joindre.

VI. L'affinité de chaque substance pour chaque partie est effectivement telle que, lorsqu'une dose trop forte en étend l'action aux parties voisines, c'est toujours néanmoins sur sa partie de prédilection que chaque substance agit primitivement.

VII. Or, on a vu, par mes précédentes expériences, que l'ablation des lobes cérébraux se borne à produire la stupeur et la perte des sens et de l'intelligence, sans troubler, en aucune manière, ni la régularité, ni l'ordonnance des mouvements.

L'ablation du cervelet, au contraire, qui abolit l'équilibre des mouvements, laisse l'animal éveillé, et ne trouble ni ses sens, ni son intelligence.

VIII. On savait, d'un autre côté, que l'opium, pris à une certaine dose, se borne à produire la stupeur, la rêvasserie, une certaine *ivresse des sens :* premier effet auquel le trouble des mouvements et les convulsions ne se joignent que lorsque cette dose a été dépassée.

On savait que, dans l'ivresse produite par les liqueurs spiritueuses ou alcooliques, ivresse que, par opposition à la précédente, on pourrait appeler *ivresse des mouvements*, les sens, la volition, l'intelligence, survivent pendant quelque temps à la perte de l'équilibre.

IX. L'étonnante parité de ces phénomènes : la stupeur produite par la lésion des lobes cérébraux comme par une dose déterminée d'opium, l'ivresse produite par la lésion du cervelet comme par une dose déterminée d'alcool ; tout cela m'avait porté à conclure que l'opium dirigeait plus

particulièrement son action sur les lobes cérébraux, comme l'alcool sur le cervelet.

X. Il ne s'agissait donc plus que de constater, par des expériences directes :

1° Jusqu'à quel point s'étendait cette parité entre l'*effet* de certaines substances sur certaines parties du cerveau d'une part, et l'*effet* de la lésion mécanique de ces parties de l'autre.

Et 2°, jusqu'à quel point l'action spécifique, c'est-à-dire exclusive, d'une substance donnée sur une partie donnée, laissait après elle des traces dans cette partie.

Tel a été l'objet des expériences suivantes.

§ II.

Expériences sur les lobes cérébraux.

I. Je fis avaler un demi-grain d'extrait aqueux d'opium à un moineau.

Au bout de quelque temps, ce petit animal tomba dans un assoupissement léger : la moindre excitation extérieure suffisait, en effet, pour le réveiller.

Il conservait parfaitement, du reste, l'équilibre de ses mouvements, ses sens, son intelligence, et n'offrait aucun signe de convulsions.

II. Je fis avaler, à deux autres moineaux, à peu près un grain du même extrait aqueux d'opium.

Au bout de quinze à vingt minutes, ces deux oiseaux commencèrent à tomber dans un assoupissement, d'abord léger et interrompu; puis de plus en plus profond; puis tellement profond que ni le bruit, ni la lumière, etc., ne les en tiraient plus.

Ils n'entendaient plus, ne voyaient plus, ne donnaient plus aucun signe ni de volonté, ni de perception; ils étaient, en un mot, dans le même état qu'un animal privé de ses deux lobes cérébraux, et seulement privé de ces lobes : car ils conservaient tout leur équilibre; ils marchaient quand on les poussait; quand on les jetait en l'air, ils volaient; ils se tenaient parfaitement d'aplomb sur leurs jambes; et, dès qu'on ne les irritait plus, ils redevenaient immobiles, reprenaient l'attitude d'un sommeil profond, et cachaient, de nouveau, leur tête sous le bord supérieur de leur aile.

III. Il était évident que cette dose d'un grain à un grain et demi à peu près (1) suffisait pour ar-

(1) Je dis toujours *à peu près*, parce que, soit en administrant la substance, soit pendant que l'animal l'avale, il s'en perd toujours un peu. Je ne parle pas des cas où il y a vomissement : ces cas ne doivent pas compter. Rien n'est d'ailleurs plus facile que de prévenir ce dernier inconvénient par la ligature du bec ou de l'œsophage.

rêter l'action des lobes cérébraux sur ces petits oiseaux. Je voulus voir ce que ferait une dose plus forte.

IV. Je fis donc avaler, à un quatrième moineau, deux grains d'extrait aqueux d'opium.

L'animal s'assoupit bientôt : l'assoupissement, d'abord léger et interrompu, devint rapidement continu et profond ; l'équilibre se perdit ; des convulsions brusques et répétées parurent ; la mort survint.

V. J'ai répété ces expériences sur plusieurs autres petits oiseaux : le résultat a été le même.

VI. Ainsi, 1° une dose légère d'opium se borne à troubler légèrement les fonctions des lobes cérébraux, à peu près comme les troublerait une lésion mécanique superficielle de ces lobes.

2° Une dose plus forte, mais déterminée, produit les mêmes effets que l'ablation des lobes cérébraux.

3° Enfin, une dose trop forte produit d'abord les phénomènes complexes que je viens de décrire, et ensuite la mort.

§ III.

I. On vient de voir qu'une dose déterminée d'extrait aqueux d'opium reproduit tous les effets

de l'ablation des lobes cérébraux ; il était naturel d'en conclure que l'opium, à une pareille dose, agissait spécialement sur ces lobes.

Je dis *spécialement;* car, sous l'action d'une telle dose, les fonctions seules des lobes cérébraux sont perdues : toutes les autres, celles des tubercules bijumeaux, celles du cervelet, celles de la moelle allongée subsistent ; l'iris est mobile, l'équilibre n'est point troublé, la respiration est libre.

II. Il ne s'agissait donc plus que de savoir si cette action spécifique de l'opium sur les lobes cérébraux ne laissait pas après elle, ou même ne déterminait pas immédiatement dans ces organes, une altération matérielle sensible.

§ IV.

I. Je fis avaler, à deux moineaux, un grain d'extrait aqueux d'opium, et un grain et demi à deux autres.

Ces quatre petits oiseaux parurent bientôt plongés dans une léthargie profonde ; toutes leurs facultés intellectuelles étaient perdues. Ils vécurent toute la journée dans cet état : le lendemain matin, je les trouvai morts.

II. Je mis d'abord à nu les os du crâne, et voici ce que j'observai :

Toute la région du crâne qui répond aux lobes cérébraux se trouvait marquée par une tache d'un rouge noirâtre; la portion postérieure du crâne offrait sa couleur ordinaire.

J'enlevai les parois osseuses.

Mais, en enlevant les parois osseuses, j'enlevai la tache, laquelle résultait d'un épanchement sanguin, formé entre les deux lames des os (1).

III. Cet épanchement sanguin, placé dans l'épaisseur même du crâne, me frappa. Je reproduisis les expériences auxquelles je devais de l'avoir observé, sur plusieurs autres moineaux, sur plusieurs verdiers, etc.; le résultat fut constamment le même (2).

De plus, je réussis bientôt à suivre à l'œil, pendant la vie même de l'animal, la formation et le développement des épanchements sanguins.

IV. Je fis avaler, à un pinson, un grain à peu près d'extrait aqueux d'opium.

Cela fait, je mis à nu les parois osseuses du crâne, en enlevant la peau qui les recouvre : ces parois

(1) Je m'étais trompé dans la première édition de cet ouvrage, en plaçant dans la substance cérébrale le siége de ces taches ou épanchements. Voyez l'*Analyse des travaux de l'Académie des sciences*, pour 1823, p. 52.

(2) Du moins, toutes les fois qu'il y eut un résultat produit; car il arrive souvent que l'animal meurt sans qu'il y ait d'épanchement formé.

offraient, dans toute leur étendue, cette couleur rosacée qui leur est naturelle, et il n'y avait nulle part de traces d'épanchement ou d'engorgement sanguin.

Au bout de seize minutes, l'animal s'assoupit et tomba dans la stupeur; on n'apercevait pourtant encore rien au crâne.

Quelque temps après, une légère tache noirâtre parut dans la région des lobes cérébraux : cette tache s'étendit de plus en plus; à mesure qu'elle s'étendait, la stupeur devenait de plus en plus profonde.

Enfin, la stupeur parvint au dernier degré. Il fallait pincer l'animal avec violence, ou le secouer brusquement, pour le faire sortir un moment d'une léthargie dans laquelle il se replongeait aussitôt.

Il est superflu d'ajouter qu'il ne voyait, ni n'entendait, ni ne donnait aucun signe de volonté ou d'intelligence.

Un petit pinson auquel j'avais enlevé les deux lobes cérébraux, et que j'avais placé à côté du précédent, reproduisait, jusque dans les plus petits détails, tous les phénomènes qu'on vient de voir. Et, à qui n'eût voulu juger que par ces phénomènes, il eût été certainement impossible de

distinguer le pinson privé de ses lobes du pinson pris d'opium.

V. J'ai répété cette expérience comparative sur plusieurs petits oiseaux; je l'ai répétée sur plusieurs pigeons. Constamment, l'altération graduelle des fonctions intellectuelles a correspondu à l'altération graduelle des lobes cérébraux. Constamment, l'altération de l'organe par la substance a reproduit tous les phénomènes de sa lésion mécanique.

VI. J'ajoute que, sur ces pigeons, l'effusion sanguine se dessinait, à travers la lame externe des os du crâne, aussi nettement que sur les petits oiseaux.

VII. De tout cela il suit donc :

1° Que l'opium, à une dose et sous une forme déterminées, agit spécialement sur les lobes cérébraux (1);

2° Que l'action spécifique de l'opium sur ces lobes reproduit exactement tous les phénomènes qui dérivent de leurs lésions mécaniques;

3° Qu'en agissant spécialement sur ces organes, l'opium n'altère ou n'abolit que les fonctions

(1) Il est inutile d'avertir, au reste, qu'il ne s'agit ici que des lésions du cerveau, et qu'il est conséquemment fait abstraction des altérations que les substances que j'emploie pourraient déterminer sur d'autres parties.

que je leur ai attribuées dans les précédents chapitres de cet ouvrage ;

4° Que l'action de l'opium sur les lobes cérébraux produit un épanchement sanguin, lequel se place entre les deux lames des os qui recouvrent ces lobes;

5° Enfin que, sur les petits oiseaux, on peut suivre à l'œil, et à travers la première lame des os du crâne, le développement de l'effusion sanguine qui se forme dans l'épaisseur de ces os.

§ V.

I. Je fis avaler, à un verdier, un grain d'extrait aqueux de belladona.

Plusieurs heures s'étaient déjà écoulées, et il ne paraissait aucun symptôme. Je me décidai donc à faire avaler, au même oiseau, un autre grain d'extrait aqueux de belladona.

Au bout de quelques heures, cette dose ne paraissant guère plus efficace, j'ajoutai à peu près un demi-grain de plus.

Quelque temps après, je m'aperçus que l'animal était tout-à-fait aveugle; et bientôt il tomba dans un assoupissement profond.

II. Je donnai, à un autre verdier, trois grains et demi à peu près d'extrait aqueux de belladona à la fois.

Au bout de vingt minutes, l'animal fut tout-à-fait aveugle; et bientôt encore il tomba dans un assoupissement profond.

III. Le crâne de ces deux verdiers étant mis à nu, je trouvai un épanchement sanguin, de couleur noirâtre, qui répondait à la région des tubercules bijumeaux et à celle des lobes cérébraux (1).

La région du cervelet contrastait par sa blancheur avec les deux autres.

IV. J'ajoute 1°, que l'effusion sanguine, produite par la belladona, a son siége entre les deux lames des os du crâne, comme l'effusion produite par l'opium; et 2° qu'elle paraît et se développe de même pendant la vie de l'animal.

V. Je me bornai à faire avaler deux grains et demi de belladona à un troisième verdier.

Au bout de quelque temps, l'animal perdit la vue; il ne perdit même jamais que la vue, et le lendemain matin il l'avait recouvrée.

Mais, sur ce verdier, je ne vis point d'épanchement sanguin se produire.

(1) J'avais cru d'abord (*voyez* la première édition de cet ouvrage) que l'effusion sanguine, produite par la belladona, se bornait à la région des tubercules bijumeaux. Dans mes nouvelles expériences, je l'ai toujours trouvée embrassant à la fois la région des lobes cérébraux et celle des tubercules. Elle commence même souvent par la région des lobes.

VI. Ainsi donc:

1° L'extrait aqueux de belladona, à une dose déterminée, produit, à peu près, les mêmes effets que l'extrait aqueux d'opium.

2° Agissant sur les lobes cérébraux, comme l'extrait aqueux d'opium, il reproduit de même, ou à peu près du moins, tous les phénomènes de l'altération de ces lobes.

3° Les épanchements qui se forment pendant l'action de la belladona occupent tout à la fois la région des lobes et celle des tubercules.

4° Enfin, l'épanchement produit par l'action da la belladona a toujours son siége dans l'épaisseur des parois du crâne, comme l'épanchement produit par l'opium.

§ VI.

Expériences sur le cervelet.

I. Je fis avaler, à un moineau, quelques gouttes d'alcool.

Ce petit animal présenta bientôt, dans son vol et dans sa démarche, toutes les allures de l'ivresse. Il ne volait plus que d'une manière bizarre et interrompue. Il oscillait, il s'enroulait sur lui-même en volant.

Quand il marchait, ce n'était qu'en chancelant sur ses jambes et par zigzags.

Je lui fis avaler quelques gouttes d'alcool de plus. Il perdit jusqu'à la faculté de se tenir debout, ou dans toute autre position fixe et équilibrée.

On eût dit, aux premières gouttes, qu'il n'avait perdu que la moitié de son cervelet; on eût dit, aux dernières, qu'il l'avait perdu tout entier.

II. Pour suivre, dans tous ses détails, cette dégradation parallèle des fonctions du cervelet par la lésion mécanique d'un côté, par l'action de l'alcool de l'autre, je fis cette expérience comparative.

III. Sur un moineau, je n'enlevai d'abord que les couches superficielles du cervelet; je passai ensuite aux couches moyennes; petit à petit j'arrivai aux couches les plus profondes; je finis par enlever le cervelet tout entier.

En même temps, je fis avaler, à un autre moineau, d'abord, deux ou trois gouttes d'alcool; puis deux autres; puis deux encore: ce qui fit à peu près six ou sept, en tout.

Ces deux petits oiseaux commencèrent par chanceler sur leurs pattes; puis ils ne marchèrent et ne volèrent plus que de la manière la plus bizarre; puis ils ne surent plus ni marcher, ni voler; ils finirent par ne pouvoir plus même se tenir debout.

Jusqu'ici la concordance avait été parfaite. Une

différence essentielle parut alors, c'est que le moineau pris d'alcool, parvenu au dernier degré de l'ivresse, perdit en même temps l'usage de ses sens et de ses facultés intellectuelles; usage que le moineau privé de son cervelet conserva toujours.

IV. J'examinai le crâne et l'encéphale, non seulement des deux moineaux dont je viens de parler, et que j'avais rendus ivres par l'alcool, mais de plusieurs autres oiseaux, verdiers, pinsons, etc., etc., auxquels j'avais également fait prendre de l'alcool, et sur lesquels j'avais vu de même tous les phénomènes de l'ivresse se développer.

Sur tous ces oiseaux, je trouvai, dans l'intérieur du crâne, et à la base du cervelet, une petite effusion de sang; et voilà tout ce que je trouvai.

Je ne trouvai jamais d'épanchement sanguin dans les os du crâne.

§ VII.

I. L'action de l'alcool n'est donc pas suivie de la formation d'un épanchement sanguin, entre les deux lames des os du crâne.

Mais, voici quelque chose de plus remarquable. L'action de l'*extrait aqueux d'opium* produit un épanchement sanguin entre les deux lames des os

du crâne; et l'action de la *morphine* n'en produit pas.

II. J'ai fait avaler jusqu'à un, jusqu'à deux grains de morphine à plusieurs verdiers, à plusieurs moineaux; et, dans tous ces cas, l'animal est mort sans qu'aucun épanchement sanguin entre les deux lames des os du crâne ait jamais paru.

III. L'action d'une substance donnée ne suffit donc pas pour que l'épanchement dont il s'agit se produise. A cette première cause, il faut qu'il s'en joigne une autre, savoir, la gêne de la respiration, laquelle accompagne presque toujours, en effet, l'action de l'opium et de la belladona, employés sous forme d'*extraits*.

IV. Si l'on fait prendre un grain d'extrait aqueux d'opium ou de belladona à un oiseau, à un moineau, à un verdier, par exemple, on voit bientôt les deux mandibules de l'animal se coller l'une à l'autre; l'animal paraît oppressé; il ne respire qu'avec effort, qu'avec peine; et c'est alors seulement qu'un épanchement se produit entre les deux lames des os du crâne.

§ VIII.

I. Ainsi donc:

1° Certaines substances agissent spécialement sur certaines parties du cerveau;

2° Certaines substances, employées sous une forme donnée, produisent des épanchements sanguins pendant la vie même de l'animal;

3° L'épanchement, produit alors, répond toujours à la partie du cerveau sur laquelle agit spécialement la substance employée;

Et 4° enfin, le siége de cet épanchement est toujours dans l'épaisseur même des os du crâne, ou entre les deux lames qui les composent.

CHAPITRE XXIV.

ACTION EXERCÉE PAR CERTAINES SUBSTANCES IMMÉDIATEMENT APPLIQUÉES SUR LES DIFFÉRENTES PARTIES DU CERVEAU (1).

I. Les lobes cérébraux étant mis à nu, sur un lapin, par l'ablation successive du crâne et de la dure-mère, j'appliquai sur ces lobes de l'huile essentielle de térébenthine.

L'animal n'éprouva d'abord aucun effet; il continuait à se mouvoir comme à l'ordinaire, et conservait toutes ses allures naturelles.

Mais, au bout de quelque temps, la substance appliquée sur les lobes cérébraux, commençant à agir, l'animal parut d'abord agité, puis il prit une attitude fixe et immobile.

Au bout de quelque temps encore, l'action de la substance se développant de plus en plus (car je renouvelais incessamment l'application de l'huile

(1) Mémoire lu à l'Académie royale des sciences, dans la séance du 7 février 1831.

de térébenthine), les phénomènes acquirent aussi plus d'intensité : tantôt l'animal s'élançait brusquement en avant, tantôt il se mettait à tourner avec une vitesse extrême; et puis tout-à-coup il retombait dans une immobilité complète; il grinçait des dents, sa tête tremblait, souvent il criait, etc.

Dans les moments de repos ou d'immobilité, l'animal voyait et entendait; mais dans les moments d'agitation et d'exaltation, il n'entendait plus, il ne voyait plus; et, soit en s'élançant en avant, soit en tournant sur lui-même, il frappait violemment de la tête contre les objets qui se trouvaient sur son passage.

II. Il était évident que ces allures bizarres de l'animal, cette alternative singulière et d'immobilité complète et de course impétueuse, ces grincements des dents, ces cris, etc., tenaient à l'*influence exaltée* des lobes cérébraux sur le reste de l'économie.

III. Le cervelet d'un lapin étant mis à nu, j'appliquai de l'huile essentielle de térébenthine sur cet organe.

Au bout d'un certain temps, c'est-à-dire dès que les effets de la substance appliquée parurent, l'animal se mit à courir et à sauter avec beaucoup d'agilité.

Cette mobilité singulière ne durait pas toujours; elle était plus ou moins interrompue par des moments de repos; mais elle se renouvelait souvent, et de plus en plus fréquemment, à mesure que l'action de la substance (dont je renouvelais incessamment l'application) s'accroissait de plus en plus.

Du reste, l'animal voyait, il entendait; et, sauf cette tendance si remarquable à courir ou à sauter, il conservait toutes ses fonctions (1).

IV. Je mis les lobes cérébraux à nu sur un lapin : après quoi j'appliquai de l'opium (teinture ou gouttes de Rousseau) sur ces lobes; et, comme dans toutes les expériences qui précèdent, comme dans toutes celles qui suivent, je renouvelai cette application, d'abord jusqu'à ce que les effets de

(1) Une observation commune s'applique à ces deux expériences : c'est que, si l'on prolonge trop long-temps l'action de l'essence de térébenthine, soit sur les lobes cérébraux, soit sur le cervelet, les *effets d'excitation* déterminés par cette substances finissent par s'affaiblir et par s'altérer. Il y a donc un moment où l'*action* de la substance est le plus marquée. Pour les lobes cérébraux, ce moment est celui où les allures de l'animal sont les plus bizarres, ses mouvements les plus impétueux; car, si l'on prolonge indéfiniment l'*application de la substance*, cette impétuosité s'épuise peu à peu, et de plus en plus, jusqu'à ce que l'animal succombe. Pour le cervelet, ce moment est celui où les mouvements de locomotion sont les plus vifs, sans être irréguliers ; car cette *application*, trop prolongée encore, trouble ou désordonne ces mouvements.

la substance appliquée parussent, et ensuite jusqu'à ce que ces effets parussent avec toute leur énergie.

Or, dès qu'il en fut ainsi, l'animal devint immobile, et d'une immobilité telle, que j'eus beau le pincer, le piquer, l'irriter, il me fut toujours impossible de le déterminer seulement à changer de place.

Souvent il grinçait des dents; souvent aussi tout son corps était agité de secousses vives et générales; souvent enfin, sa tête et tout son train de devant étaient fortement rétractés en arrière, et cette rétraction allait quelquefois jusqu'à le renverser sur le dos; mais alors il se relevait bientôt pour ne plus bouger encore, jusqu'à une nouvelle perturbation du même genre.

V. J'appliquai de l'opium (teinture de Rousseau) sur le cervelet, mis à découvert, d'un lapin.

Ici le phénomène fut tout-à-fait inverse de celui qu'avait présenté le lapin à cervelet soumis à l'action de l'huile de térébenthine.

On a vu que ce dernier lapin sautait ou courait souvent et avec beaucoup d'agilité; le lapin à cervelet soumis à l'action de l'opium ne marchait plus, au contraire, qu'avec une peine extrême; jamais il ne courait, et, quand il marchait, c'était

toujours en se traînant lentement, et comme couché ou appuyé sur son ventre.

VI. La diversité d'action entre ces deux substances, appliquées sur le même organe, était donc complète; c'était l'exaltation des fonctions locomotrices dans un cas; c'était la *torpeur* de ces fonctions dans l'autre.

D'ailleurs, pour les lobes cérébraux, la diversité d'action, entre l'effet de ces deux substances, quoique moins apparente, n'en était pas moins réelle. Ainsi, l'animal à lobes cérébraux soumis à l'action de l'huile de térébenthine, tantôt s'élançait brusquement en avant, tantôt tournait avec rapidité; et, dans les moments mêmes d'immobilité, il était toujours facile de le déterminer à se mouvoir, pour peu qu'on l'y excitât. L'animal à lobes cérébraux soumis à l'action de l'opium, au contraire, était dans une immobilité absolue, sans interruption, et l'on avait beau l'exciter à marcher ou à courir, on n'y parvenait jamais. Il n'y avait pas, enfin, jusqu'à la direction selon laquelle l'un de ces animaux se mouvait, et à la direction selon laquelle l'autre était habituellement *rétracté*, qui ne fussent opposées; car l'animal soumis à l'action de l'huile de térébenthine, s'élançait toujours *en avant*, et l'animal soumis à l'action de l'opium

était, au contraire, très souvent porté ou *rétracté* violemment *en arrière*.

VII. Cette opposition si marquée entre leurs effets, me donna l'idée de substituer, après un certain temps de leur action, l'une de ces substances à l'autre.

J'appliquai de l'opium (teinture de Rousseau) sur les lobes cérébraux d'un lapin; et quand l'*immobilité absolue* et la *rétraction en arrière* furent bien prononcées, je substituai de l'huile de térébenthine à l'opium.

Au bout de quelque temps, l'immobilité ne fut plus aussi complète; l'animal fit quelques pas, puis il se mit à courir; et, bien que l'immobilité primitive reparût encore parfois, l'action de l'huile de térébenthine n'en avait pas moins modifié essentiellement l'action de l'opium, et renversé jusqu'à un certain point l'ordre des phénomènes.

VIII. J'appliquai de l'alcool, tantôt sur les lobes cérébraux, tantôt sur le cervelet de divers lapins, et dans tous ces cas l'effet fut, à une moindre intensité près, à peu près pareil à celui qu'avait déterminé l'huile essentielle de térébenthine.

Ainsi, dans les cas où l'alcool portait sur les lobes cérébraux, l'animal se montrait tour à tour agité, immobile, il s'élançait en avant; mais il faisait tout cela avec moins d'impétuosité que dans

le cas de l'application de l'huile de térébenthine, et, d'ailleurs, il ne tournait pas sur lui-même : dans les cas où l'alcool portait sur le cervelet, l'animal courait et sautait souvent, mais toujours moins souvent et moins vivement que dans les cas de l'application de l'huile de térébenthine.

IX. J'ai essayé plusieurs autres substances; je n'indique ici que celles qui m'ont offert les résultats les plus distincts et les plus tranchés.

X. De ces expériences, il suit : 1° que, de *diverses* substances immédiatement appliquées sur les *mêmes* parties du cerveau, chacune a une *action spéciale* ou plus ou moins *distincte* de l'action des autres ; 2° que cette *action* varie pour chaque partie, comme varie la *fonction propre* de cette partie : modifiant les *allures* de l'animal, quand elle porte sur les lobes cérébraux ; modifiant sa *locomotion*, quand elle porte sur le cervelet; et 3° qu'en substituant l'une de ces substances à l'autre, on substitue aussi, dans certains cas, les uns aux autres, les effets déterminés par chacune d'elles. Ces effets opposés peuvent donc être altérés, changés et comme neutralisés les uns par les autres.

CHAPITRE XXV.

SIÉGE DU PRINCIPE PRIMORDIAL DU MÉCANISME RESPIRATOIRE DANS LES REPTILES.

—

§ Ier.

I. Les reptiles peuvent survivre à la décapitation. On le sait depuis long-temps, et surtout depuis Redi.

II. Redi fit couper la tête à une tortue. Cette tortue survécut vingt-trois jours à la décapitation.

« On connaissait qu'elle vivait encore, dit Redi, » non pas qu'elle changeât de place,... mais parce » que lorsqu'on lui piquait les pieds de devant ou » de derrière, elle les retirait en elle-même avec » beaucoup de force, et faisait divers autres mou- » vements. Et comme on aurait pu soupçonner, » ajoute Redi, que ces mouvements étaient l'effet » d'une sorte d'irritabilité mécanique, je voulus » éclaircir ce doute. Je fis donc couper la tête à » quatre autres tortues; et, douze jours après, » j'ouvris deux de ces tortues. Je vis clairement le » cœur palpitant et plein de vie, et je remarquai

» le mouvement du reste du sang qui entrait dans » le cœur et en sortait (1). »

III. Ce que Le Gallois rapporte de ses expériences sur les salamandres et sur les grenouilles est déjà d'une observation beaucoup plus savante.

« Lorsqu'on a décapité une salamandre sur les » premières vertèbres, dit Le Gallois, elle peut » continuer de vivre plusieurs jours ; mais quoi» qu'elle fasse mouvoir son corps et ses membres » avec autant de force qu'il en faudrait pour se » transporter d'un lieu à un autre, elle reste à la » même place, et on peut la laisser sur une as» siette avec un peu d'eau sans craindre qu'elle » s'échappe. Si l'on examine tous les mouvements » qu'elle fait, on voit qu'ils sont déréglés et sans » but. Elle meut ses pattes en sens contraire les » unes des autres, en sorte qu'elle ne peut avan» cer, ou si elle fait un pas en avant, elle en fait » bientôt un autre à reculons. On observe la même » chose dans les grenouilles décapitées ; elles ne » savent plus sauter, ou si elles font encore quel» ques sauts, ce n'est qu'autant que les pieds de » derrière rencontrent un point d'appui. Si on les » place sur le dos, elles s'agitent parfois pour

(1) Voyez *Collection académique*, tome IV, page 518.

» changer de situation; mais elles y restent, parce » qu'elles ne savent plus faire les mouvements » convenables pour se remettre sur le ventre. » Tous ces animaux font en général peu de mou» vements, à moins qu'on ne les touche, etc. (1). »

IV. De pareils faits ont été plus ou moins bien vus par tous les physiologistes. Les tortues, les grenouilles, les salamandres, survivent donc à la décapitation. Le fait est certain : mais quelle est la cause du fait (2)? Il y en a plusieurs, et même la plupart sont connues.

D'abord, les reptiles vivent long-temps, quoique absolument privés de toute nourriture. J'ai vu des grenouilles, des salamandres, des lézards, etc., résister à des jeûnes de plusieurs mois. « Les tortues terrestres vivent, dit Redi, jusqu'à » dix-huit mois sans manger (3). »

En second lieu, les reptiles peuvent rester fort

(1) *Expériences sur le principe de la vie*, etc., p. IV.

(2) Nul animal à sang chaud ne survit, au contraire, à la décapitation « C'est une chose bien certaine, dit pourtant Le Gallois, » que les oiseaux continuent de vivre quelque temps, et même de » marcher et de courir, après qu'on leur a coupé la tête. » *Expériences sur le principe de la vie*, etc., p. 7.

Mais Le Gallois se trompe : faire quelques pas dans une sorte d'agitation convulsive, continuer un mouvement, effet d'une impulsion déjà donnée, continuer une course commencée, etc., ce n'est pas là *vivre quelque temps*; ce n'est pas *survivre*.

(3) *Collection académique*, t. IV, p. 499.

long-temps sans respirer; et c'est là ce que tout le monde sait encore.

Enfin, au lieu de l'hémorrhagie foudroyante qui suit la décapitation d'un animal à sang chaud, on n'observe, sur les reptiles, qu'une hémorrhagie très faible et qui s'arrête bientôt.

V. Mais, indépendamment de ces causes générales, et, comme je viens de le dire, déjà connues, il y en a une particulière et qui tient à la *position* même du *point vital et central du système nerveux* dans les reptiles.

On a vu, dans le XI[e] chapitre de cet ouvrage (1), que le *point vital et central du système nerveux* (point duquel émane le principe du mécanisme respiratoire) est situé vers l'origine de la huitième paire, *origine qu'il comprend dans son étendue, commençant avec elle, et finissant un peu au-dessous.*

VI. Or, si je cherche ce point *vital et central* du système nerveux, ce point, *siége du principe du mécanisme respiratoire*, dans les animaux à sang chaud, je le trouve placé assez avant dans le crâne; et si je le cherche dans les reptiles, je le trouve placé presque hors du crâne.

VII. Le crâne des animaux à sang chaud, c'est-

(1) *Voyez*, ci-devant, chap. XI, p. 201.

à-dire des oiseaux et des mammifères, se bombe et se prolonge en arrière, parce que le cervelet de ces animaux est très développé.

Le crâne des reptiles, et particulièrement celui des reptiles batraciens, animaux qui n'ont presque pas de cervelet, se prolonge, au contraire, très peu, ou plutôt se termine brusquement en arrière, du moins par en haut.

VIII. Dans la grenouille, l'origine de la huitième paire est placée tout-à-fait à la partie postérieure du crâne, à une ligne à peu près en arrière du cervelet (1). Or, selon que, dans la décapitation, la *section* de la moelle allongée se trouve *en avant* ou *en arrière* de cette origine, les mouvements respiratoires survivent ou s'éteignent.

§ II.

I. Je coupai la moelle allongée en travers, sur

(1) Dans la grenouille, l'origine de la huitième paire est à une ligne à peu près en arrière du cervelet; déjà, dans l'oiseau, c'est au contraire le cervelet qui dépasse en arrière l'origine de la huitième paire d'à peu près une ligne; dans le lapin, l'origine de la huitième paire est dépassée en arrière par le cervelet d'une manière plus sensible encore; sur un chien de grande taille, je trouve que le cervelet dépasse en arrière l'origine de la huitième paire d'à peu près sept lignes; sur le bœuf, le cervelet dépasse en arrière l'origine de la huitième paire d'à peu près neuf lignes; sur l'homme, il la dépasse de près d'un pouce et demi.

une grenouille. J'avais porté l'instrument sur la partie postérieure du crâne.

Tous les mouvements inspiratoires furent abolis sur-le-champ.

L'animal, qui ne respirait plus, continua de vivre pendant plusieurs heures.

Si on le mettait sur le dos, il y restait. Il ne bougeait plus, ou presque plus, de lui-même; mais si on l'irritait, il s'agitait; si l'on piquait ses pattes, il les retirait, etc.

La section avait détruit l'origine même de la huitième paire.

II. Sur une autre grenouille, je portai encore mon instrument sur la partie postérieure du crâne, mais un peu moins en arrière.

Les mouvements inspiratoires survécurent à l'opération.

La section avait respecté l'origine de la huitième paire, laquelle était restée unie à la moelle épinière.

III. Enfin, sur une troisième grenouille, l'instrument fut porté tout-à-fait derrière le crâne.

Les mouvements inspiratoires du tronc furent sur-le-champ anéantis; ceux de la tête survécurent.

La section avait respecté l'origine de la huitième paire, laquelle était restée unie au cerveau.

IV. J'ai répété ces trois expériences sur plusieurs autres grenouilles.

Ainsi donc, 1° le principe du mécanisme respiratoire a dans les reptiles, comme dans les animaux à sang chaud, un siége déterminé;

2° Selon que, dans la décapitation, ce siége reste uni à la moelle épinière ou à l'encéphale, ce sont les mouvements inspiratoires du tronc ou de la tête qui subsistent ou qui s'éteignent;

3° La seule différence qui se trouve, sous ce rapport, entre les animaux à sang chaud et les animaux à sang froid, est que, dans les premiers, ce *point* est placé assez avant dans l'intérieur du crâne, et qu'il est, au contraire, placé tout-à-fait à la partie postérieure du crâne, et presque hors du crâne dans les seconds.

V. Le principe du mécanisme respiratoire a donc son siége tout-à-fait à la partie postérieure du crâne, et presque hors du crâne dans les reptiles; et voilà pourquoi la décapitation, pour peu que la *section* empiète sur le crâne, peut être faite sur les reptiles, sans que les mouvements respiratoires s'éteignent.

§ III.

I. J'ai répété les expériences précédentes sur des salamandres.

II. Il est plus fréquent encore, quand on décapite une salamandre, *d'empiéter* sur le crâne par la *section*, et par conséquent de laisser l'origine de la huitième paire unie à la moelle épinière. L'animal survit alors et respire fort long-temps après la décapitation.

III. Mais, voici un fait particulier, qui ne tient plus à l'encéphale, qui tient à la moelle épinière, et que les salamandres seules m'ont présenté jusqu'ici, même parmi les reptiles.

IV. Si, sur un animal à sang chaud, sur un oiseau, sur un mammifère, par exemple, on divise un point quelconque de la moelle épinière par une section transversale, aussitôt toutes les parties situées au-dessous du point divisé sont frappées de paralysie. Si, par exemple, la section a été faite au-dessus du renflement postérieur de la moelle épinière, aussitôt les jambes de derrière sont frappées de paralysie; l'animal les traîne, mais il ne les meut plus.

V. Il n'en est pas ainsi pour les salamandres. L'animal continue à mouvoir ses jambes et sa queue, quoique la moelle épinière, et même toute la colonne vertébrale, soient coupées fort au-dessus de l'origine des nerfs des jambes et de la queue.

§ IV.

I. Je coupai la colonne vertébrale et la moelle épinière, sur une salamandre (1).

Immédiatement après l'opération, l'animal remuait déjà ses pattes de derrière et sa queue.

Un mois plus tard, il les remuait ou les mouvait beaucoup mieux encore. Il marchait, et faisait avancer tour à tour, pour marcher, chaque jambe de derrière, comme il faisait avancer tour à tour celles de devant.

Cependant la réunion des deux bouts de moelle épinière divisés n'avait point eu lieu.

II. J'ai répété cette expérience sur plusieurs autres salamandres.

Elles ont toutes survécu pendant plusieurs mois.

Et, de plus, elles remuaient toutes de même, et surtout quelques mois après l'opération, leurs jambes de derrière et leur queue.

§ V.

I. L'indépendance, la vie propre des diverses portions de la moelle épinière, dans les salaman-

(1) Les salamandres sur lesquelles ces expériences ont été faites étaient des *salamandres aquatiques*, de l'espèce du *triton crêté*.

dres, est donc un fait constant; et peut-être ce fait remarquable se lie-t-il, dans ces animaux, au fait plus remarquable encore de la reproduction des parties qu'on leur coupe.

II. Les expériences de Spallanzani et de Bonnet, sur la force de reproduction des salamandres, sont célèbres.

Spallanzani et Bonnet leur ont vu reproduire plusieurs fois de suite le même membre coupé, et ce même membre avec tous ses os, tous ses muscles, tous ses nerfs, tous ses vaisseaux, etc.

§ VI.

I. J'ai répété bien des fois ces belles expériences. J'ai vu se reproduire la queue et les jambes sur bien des salamandres; et les jambes qui se reproduisaient ainsi, je les avais coupées, tantôt dans la *contiguïté* ou dans l'articulation, tantôt dans la *continuité* ou dans le milieu de l'os même.

II. Sur plusieurs salamandres, le fémur fut coupé dans le milieu de l'os; l'humérus le fut de même sur plusieurs autres.

Il se reproduisit une nouvelle jambe et un nouveau bras, à partir du point où l'ancienne jambe et l'ancien bras avaient été coupés.

III. Sur plusieurs salamandres, la jambe fut désarticulée à l'articulation de la cuisse avec le

bassin; et sur plusieurs autres, le bras le fut à l'articulation de l'humérus avec l'omoplate.

Sur toutes ces salamandres, un nouveau membre *poussa* à partir de l'articulation même d'où l'ancien membre avait été détaché.

IV. Sur plusieurs salamandres, la queue fut coupée. Elle repoussa sur toutes, à partir du point coupé (1).

§ VII.

I. Je suis allé plus loin. J'ai retranché le crâne et le cerveau presque tout entiers, sur plusieurs salamandres.

La section passait entre le cervelet et l'origine de la huitième paire. Tout l'encéphale proprement dit, tout l'encéphale y compris le cervelet, tout l'encéphale moins la seule origine de la huitième paire, était donc enlevé.

La plaie s'est parfaitement cicatrisée.

Ces salamandres ont survécu plusieurs mois à la décapitation ainsi faite; et non seulement elles ont continué de vivre, mais elles ont continué de respirer.

II. Il y a donc deux manières de pratiquer la

(1) Ces expériences appartiennent à un grand travail sur la *reproduction des parties*, travail dont je m'occupe depuis longtemps et que je publierai bientôt.

décapitation sur les reptiles (grenouilles, salamandres, etc.).

Ou la section passe sur le crâne, entre le cervelet et l'origine de la huitième paire : dans ce cas, cette origine de la huitième paire reste unie à la moelle épinière, et l'animal, *ainsi décapité*, continue de vivre et de respirer. J'ai vu des salamandres, *ainsi décapitées*, survivre pendant plus de neuf mois.

Ou la section passe derrière le crâne, et par conséquent derrière l'origine de la huitième paire ; et alors l'animal ne *survit* que quelque temps, et ne *respire plus*.

III. Le fait, si singulier, de la survie des reptiles à la décapitation, est donc un fait qui s'explique et par la position reculée de l'origine de la huitième paire dans ces animaux, et par la manière dont la décapitation est faite.

IV. En un mot, et pour revenir aux conclusions générales de mes précédentes expériences sur la moelle allongée (1) :

1° La vie du système nerveux, et par suite la vie de l'animal, tient à un point donné du système nerveux ; et ce point du système nerveux est situé à l'origine même de la huitième paire.

(1) Voyez, ci-devant, le chapitre XI de cet ouvrage, p. 196.

2° Si ce point est détruit, tous les mouvements respiratoires sont abolis sur-le-champ; s'il reste uni à l'encéphale, ce sont les mouvements respitoires de la tête qui survivent; s'il reste uni à la moelle épinière, ce sont, au contraire, les mouvements respiratoires du tronc qui survivent;

Et 3° enfin, pour ce qui est des reptiles en particulier, ces animaux ne continuent de *respirer* et de vivre après la décapitation, qu'autant que la section passe sur le crâne et non derrière le crâne (1),

(1) Il arrive souvent, si l'on n'y fait une attention particulière, qu'on laisse, quand on décapite une grenouille ou une salamandre, une portion du crâne tenir aux vertèbres.

Le Gallois l'avait déjà remarqué : « Il peut arriver, dit-il, que » des reptiles continuent de gouverner leurs mouvements..... après » avoir été décapités; mais, si l'on y prend garde, on trouvera que » dans tous ces cas, la décapitation n'a été que partielle, qu'elle a » été faite sur le crâne, et que la partie postérieure du cerveau est » demeurée unie avec le corps. » (*Exp. sur le principe de la vie*, etc. p. 6.)

M. Duméril parle d'un *triton marbré* qu'il a vu survivre plusieurs mois à la décapitation (*Erpétologie générale*, etc., t. I, p. 209); mais la décapitation n'avait emporté, dit M. Duméril lui-même, que *les quatre cinquièmes de la longueur de la tête*. (*Ibid.* t. VIII, p. 185.)

Dans mes expériences sur la décapitation des salamandres, dont il est ici question, je n'avais enlevé que le crâne proprement dit, j'avais l'aissé la mâchoire inférieure, et je pouvais juger de la continuation des mouvements respiratoires par les mouvements mêmes de la gorge ou de l'hyoïde, vus par en haut.

c'est-à-dire, en d'autres termes, et en termes plus précis, qu'autant que l'origine de la huitième paire a été respectée, et qu'ayant été respectée, elle est, de plus, restée unie à la moelle épinière.

CHAPITRE XXVI.

EXPÉRIENCES SUR L'ENCÉPHALE DES POISSONS.

—

§ Ier.

I. On a vu, par mes expériences sur l'encéphale des animaux supérieurs, que cet organe se compose de quatre parties principales, savoir, le cerveau proprement dit, le cervelet, les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, et la moelle allongée.

II. Il était curieux de voir jusqu'à quel point l'encéphale des poissons correspondait à celui de ces animaux.

Or, c'est là ce qu'aucun anatomiste n'avait encore fait, et ce qui même n'était point facile par la seule anatomie, l'encéphale des poissons et celui de ces animaux ne se composant pas d'un nombre pareil de parties.

III. L'anatomie suffit pour démêler l'analogie des parties, quand, dans un appareil donné, le

(1) Mémoire présenté à l'Acad. roy. des sciences, dans la séance du 27 décembre 1824.

nombre des parties, comparées d'une classe à l'autre, est le même. Mais l'anatomie ne suffit plus quand le nombre des parties, comparées d'une classe à l'autre, diffère.

IV. Dans ce dernier cas, le seul moyen de résoudre la difficulté est l'expérience; car l'expérience donne les propriétés, et les propriétés donnent les organes.

V. Dans l'encéphale des poissons, comparé à celui des autres classes, la même partie peut être divisée en deux ou plusieurs autres. Tantôt il manque une partie, tantôt il s'ajoute une partie nouvelle, etc.

VI. Aussi rien n'égale-t-il la divergence des opinions proposées jusqu'ici, touchant la détermination des parties qui *manquent* ou *restent* dans le cerveau des poissons.

Selon les uns, les poissons manquent du cerveau proprement dit; ils manquent du cervelet, selon les autres. Les deux lobes principaux de leur encéphale, les deux *lobes creux* (1), sont pris,

(1) Le cervelet étant pris pour point de départ (*Voyez* M. Cuvier, *Hist. nat. des poissons*, t. I, p. 420), on voit, en avant du cervelet, deux lobes, lesquels sont presque toujours les plus considérables par le volume, et sont constamment *creux* : ces deux *lobes creux* sont précédés par deux et quelquefois par quatre lobes, généralement solides. Enfin, en arrière du cervelet, sont d'autres lobes, dont les classes supérieures n'offrent pas même de vestiges.

tantôt pour les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux, tantôt pour les lobes cérébraux; tantôt la partie surajoutée, comme on verra tout-à-l'heure, au cerveau des poissons, est prise pour un démembrement du cervelet, etc.

VII. Je le répète donc, les parties qui s'ajoutent ou disparaissent, qui se divisent ou se réunissent, variant d'une classe à l'autre, et l'expérience donnant seule les *propriétés* ou les caractères propres de chacune de ces parties, il est évident que l'expérience seule peut indiquer et démêler, avec précision, quelles sont, dans les diverses classes, les parties ajoutées ou disparues, divisées ou réunies.

VIII. Cela posé, énumérons les parties de l'encéphale d'un poisson donné; et soumettons-les toutes les unes après les autres à l'expérience.

§ II.

I. Je prends le cerveau de la carpe pour premier exemple.

II. Ce cerveau se compose, indépendamment de la moelle allongée proprement dite, de quatre lobes ou renflements distincts. Les deux premiers, en comptant d'avant en arrière, sont pairs ou doubles; le troisième est unique ou impair; un

tubercule médian et deux masses latérales forment le quatrième.

III. Sur une carpe, je mis à nu ces divers renflements par l'ablation du crâne et de l'espèce de mucosité grisâtre qui les recouvre. Cela fait, je les soumis tous, l'un après l'autre, à des piqûres plus ou moins profondes.

IV. Je piquai d'abord, de part en part et dans tous les sens, le renflement antérieur: l'animal resta impassible.

Je piquai le renflement suivant: il n'y eut pas de convulsions aux premières couches; mais, aux couches inférieures, l'animal éprouva des convulsions très vives.

Je passai au troisième renflement: ses piqûres ne furent point suivies de convulsions; celles du quatrième en furent, au contraire, suivies.

V. Je répétai cette expérience sur plusieurs autres carpes; le résultat fut le même.

VI. Ainsi, le premier renflement du cerveau de la carpe ne donne pas des convulsions, le second n'en donne que par ses couches les plus profondes, le troisième n'en donne pas, et le quatrième en donne par toutes ses couches, par les plus superficielles comme par les plus profondes.

VII. Nous venons de voir les propriétés; voyons

les fonctions, du moins autant que cela nous sera possible.

VIII. J'enlevai, sur une carpe, le premier renflement.

Les allures de l'animal ne parurent pas sensiblement altérées.

IX. Sur une autre carpe, j'enlevai le second renflement.

Ce renflement offre ceci de particulier dans la carpe, qu'il s'y compose de deux feuillets superposés, et comme emboîtés l'un dans l'autre.

J'ai déjà dit que la piqûre des couches les plus profondes de ce renflement produit des convulsions.

Son ablation porta une atteinte grave à l'économie générale. L'animal parut très affaibli, il ne se mouvait plus, ne respirait plus qu'avec peine, et presque toujours il restait couché sur le dos ou sur le côté, comme il arrive aux poissons mourants ou malades.

X. J'enlevai, sur une troisième carpe, le troisième renflement.

On a déjà vu que ce renflement ne provoque jamais des convulsions. Quand il fut enlevé, l'animal parut avoir perdu de l'énergie de ses mouvements.

XI. Restait à examiner le quatrième renflement. Je le mis à nu sur une carpe.

Je piquai ensuite, successivement, le tubercule médian, et chacune des deux masses latérales. A chacune de ces piqûres, l'animal éprouva des convulsions vives, et qui portaient principalement sur les couvercles des ouïes, ou *opercules*.

En outre, les piqûres de la masse latérale droite déterminaient, plus particulièrement, des convulsions dans l'opercule du côté droit; celles de la masse gauche, dans l'opercule gauche; celles du tubercule médian en déterminaient dans les deux opercules tout à la fois.

XII. Sur une cinquième carpe, je coupai la masse latérale gauche; le jeu de l'opercule gauche fut aussitôt détruit: l'animal ne continuait plus à respirer que du côté droit.

Je coupai la masse latérale droite; le jeu de l'opercule droit fut aussitôt détruit, et conséquemment la respiration tout-à-fait éteinte.

XIII. Sur une sixième carpe, je me bornai à fendre longitudinalement le tubercule médian: sur-le-champ les deux opercules se fermèrent et furent frappés d'immobilité.

Cette immobilité complète des opercules dura cinq ou six minutes; puis de faibles mouve-

ments reparurent et survécurent même pendant assez long-temps.

XIV. J'ai répété bien souvent ces expériences, et toujours avec le même résultat.

XV. Le renflement dont il s'agit est donc l'organe de la respiration; il répond donc à la moelle allongée.

XVI. On voit donc ainsi, sur la carpe, entièrement circonscrit, délimité, et développé en un véritable lobe ou tubercule pareil aux lobes ou tubercules du cerveau et du cervelet, cet organe de la respiration qui, dans les premières classes, paraît à peine constituer un organe à part et distinct de la moelle allongée proprement dite.

§ III.

I. Je passe à l'examen de quelques autres espèces.

II. Je mis à découvert le cerveau d'un brochet.

Ce cerveau se compose de deux lobes antérieurs, lesquels sont pairs ou doubles, et d'un lobe postérieur, lequel est unique ou impair.

La première paire de lobes ne donne pas de convulsions; la seconde n'en donne que par ses couches les plus profondes; le lobe postérieur, qui est le cervelet, n'en donne pas.

III. Je découvris le cerveau d'une lotte. Trois renflements distincts se succèdent dans ce cerveau : les deux antérieurs, pairs ou doubles; le postérieur, unique ou impair.

Les deux premiers peuvent être piqués sur tous les points sans exciter des convulsions.

Les deux seconds ne donnent des convulsions que quand on en pique les couches les plus profondes.

Enfin, le dernier ne produit jamais de convulsions.

La moelle allongée n'offre pas, dans la lotte (1), le tubercule médian qu'elle offrait dans la carpe ; mais les deux masses latérales, quoique moins considérables, subsistent; et, selon qu'on coupe la droite ou la gauche, ou les deux, l'opercule droit ou le gauche, ou les deux, sont paralysés; et de plus, quand on coupe la moelle allongée jusques et y compris ces deux masses d'où naissent les nerfs des branchies, comme dans les animaux supérieurs jusques et y compris l'origine de la huitième paire, la respiration est éteinte.

IV. Le renflement médian de la carpe se retrouve dans la brème, la tanche, et autres espèces du genre cyprin; et partout il occupe le même siége et exerce les mêmes fonctions.

(1) Non plus que dans le brochet.

V. Le cerveau de l'anguille offre une combinaison toute nouvelle : cinq renflements le constituent ; les quatre premiers, pairs ou doubles ; le cinquième, unique ou impair.

Les trois premiers ne donnent pas de convulsions, le quatrième en donne par ses couches les plus profondes, le cinquième n'en donne pas.

§ IV.

I. Ces expériences laissent encore bien des doutes sur la correspondance réelle de l'encéphale des poissons comparé à celui des autres classes.

Quelle est la partie de l'encéphale des poissons qui correspond aux lobes cérébraux, au cerveau proprement dit des autres classes ?

Quelle est celle qui répond aux tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux ?

Ces expériences laissent ces deux questions indécises.

Elles semblent indiquer, avec plus de sûreté, la véritable correspondance du cervelet (1).

(1) Lequel se caractérise d'ailleurs, d'une manière si précise, par sa position même. Le cervelet est toujours placé en travers sur la moelle allongée ; et, selon l'expression très juste de M. Cuvier, *il la joint par les côtés, comme ferait un pont.* (Voyez *Hist. natur. des poissons*, t. I, p. 421).

Mais une partie qu'elles donnent surtout avec certitude, c'est la moelle allongée.

II. En comparant les poissons aux animaux supérieurs, on voit donc que le point par lequel le cerveau des premiers diffère le plus essentiellement du cerveau des seconds, est celui par lequel cet organe préside aux mouvements respiratoires. Or, la respiration est précisément ce qui constitue la différence la plus profonde entre la classe des poissons et les autres.

III. En outre, ce point de l'encéphale qui règle la respiration est beaucoup plus développé dans les poissons que dans les classes supérieures; et la raison en est simple, c'est que la respiration est une fonction bien autrement laborieuse pour les animaux aquatiques que pour les animaux aériens: ceux-ci agissent directement sur l'air; les autres n'agissent sur l'air qu'à travers l'eau.

IV. On ne peut s'étonner assez de voir cette merveilleuse correspondance qui, toujours et partout, proportionne avec tant d'exactitude le développement de l'organe à l'énergie de la fonction.

V. L'intelligence se montre au plus haut degré de développement dans les mammifères; les lobes cérébraux dominent dans leur cerveau. Les animaux les plus agiles et les plus mobiles sont les oiseaux; le cervelet est proportionnellement plus

développé dans les oiseaux que dans nulle autre classe. Les animaux les plus apathiques sont les reptiles : le cervelet n'est nulle part plus petit que là. Enfin, l'animal dans lequel la respiration exige le plus grand emploi de forces, est le poisson ; et le poisson est aussi l'animal dans lequel l'organe, *premier moteur* de la respiration, paraît le plus développé et le plus considérablement accru.

Les diverses parties du cerveau se montrent donc tour à tour dominées ou dominantes, selon que la fonction qui leur correspond s'affaiblit ou se développe.

VI. Il y a plus encore : car, le but final de l'organisation étant la vie, quand un ordre de moyens manque, il arrive toujours qu'un autre y supplée. Par exemple, l'intelligence supplée au défaut de ténacité de la vie dans les animaux supérieurs ; dans les animaux inférieurs, c'est, au contraire, la ténacité de la vie qui supplée au défaut de l'intelligence. Où les lobes cérébraux dominent, la moelle allongée est évidemment réduite ; et à mesure que ces lobes diminuent, la moelle allongée s'accroît.

VII. Bien des considérations resteraient à indiquer encore : je termine par celle-ci.

On se souvient que, dans mes précédentes expériences, j'ai fait voir que l'encéphale se com-

pose de deux ordres de parties essentiellement distinctes : de ces parties, les unes sont susceptibles de provoquer immédiatement des convulsions ; les autres n'en sont pas susceptibles.

Les parties qui produisent des convulsions (les tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux et la moelle allongée) concourent plus directement à la *conservation* de la vie. Celles qui ne produisent pas de convulsions (le cerveau proprement dit et le cervelet) concourent plus directement, au contraire, aux *relations* de la vie.

Or, ces dernières parties, ces parties de *relation*, ces parties non susceptibles de produire des convulsions, sont visiblement prédominantes dans les mammifères et les oiseaux ; elles commencent à être dominées dans les reptiles, le sont encore plus dans les poissons, et finissent, dans la série des animaux invertébrés, par entièrement disparaître.

CHAPITRE XXVII.

RECHERCHES SUR LES CONDITIONS FONDAMENTALES DE L'AUDITION (1).

§ Ier.

I. Je commence par rappeler en peu de mots l'ensemble des parties qui composent l'oreille. Je m'occupe surtout ici de celle des oiseaux.

II. Tout le monde sait que, dans ces animaux, un méat externe très court (2) précède la membrane du tympan; qu'à cette membrane adhère la chaîne des osselets; que l'extrémité de cette chaîne va fermer l'ouverture du vestibule ; qu'à ce vestibule aboutissent les trois canaux semi-circulaires et le limaçon; et que, dans ces dernières parties, le vestibule, les canaux et le limaçon, vient se ramifier le nerf auditif.

III. Les parties que j'ai nommées en dernier

(1) Mémoire présenté à l'Académie royale des sciences, dans la séance du 27 décembre 1824.

(2) Une glande folliculaire, plus ou moins volumineuse selon les espèces, et située dans ce méat, y sécrète la matière sébacée ou cérumineuse.

lieu composent le *labyrinthe*, ou oreille interne; la cavité interposée entre le tympan d'une part et le labyrinthe de l'autre, forme ce qu'on appelle *caisse* ou moyenne oreille. Tout ce qui vient après la caisse forme l'oreille externe.

IV. Il suffit d'avoir rappelé ces objets : je passe tout de suite aux expériences.

§ II.

I. Je mis bien à nu sur un pigeon, et sur les deux oreilles à la fois, toute la membrane du tympan, en enlevant successivement la peau, les muscles, les ligaments, et les petites portions d'os qui en recouvrent plus ou moins la circonférence.

Cela fait, je détruisis complétement cette membrane dans les deux oreilles. L'audition ne parut pas troublée.

II. J'observe, avant d'aller plus loin, que, dans toutes ces expériences, j'ai toujours opéré simultanément sur les deux oreilles; quand on n'opère que sur une oreille, il faut boucher l'autre. Mais, comme on n'est jamais sûr de l'avoir exactement bouchée, il vaut infiniment mieux soumettre en même temps les deux oreilles aux mêmes épreuves, et les maintenir ainsi constamment dans le même état.

III. Je me hâte d'avertir encore que, dans les

épreuves auxquelles on soumet l'animal pour s'assurer s'il entend ou non, on doit apporter la plus grande attention à empêcher que l'agitation de l'air, produite par le choc qui cause le bruit, ne vienne se mêler à l'effet des ondulations sonores. J'interpose toujours un écran entre le point où le bruit est produit, et le point que l'animal occupe; et j'évite avec le plus grand soin tout choc qui pourrait communiquer le moindre ébranlement, soit à l'appartement, soit à l'objet sur lequel l'animal repose.

IV. Enfin, une troisième précaution, non moins essentielle, est de boucher exactement les yeux à l'animal, afin qu'on ne soit point exposé à croire qu'il entend lorsqu'il ne fait que voir; et que d'ailleurs ne voyant plus, il soit plus attentif au moindre bruit qu'il pourrait entendre.

V. Sur un second pigeon, je détruisis les deux tympans : l'animal entendit.

J'enlevai, des deux côtés, la première portion de la chaîne des osselets, c'est-à-dire la portion qui correspond au manche du marteau, ou même au marteau : l'animal entendit encore. J'enlevai l'étrier : l'animal entendit toujours. Mais, ce qu'il importe de remarquer ici, l'audition, qui jusque là n'avait point paru sensiblement affaiblie, le fut alors beaucoup.

VI. J'ai répété cette expérience graduelle sur un troisième pigeon : le résultat a été le même. Je l'ai répétée sur plusieurs autres ; et les resultats obtenus d'abord se sont reproduits toujours.

VII. Ainsi, ni l'ablation du tympan, ni celle des premiers osselets, ni celle de l'étrier même, n'abolit l'ouïe; mais celle de l'étrier l'affaiblit beaucoup : dernière circonstance qui m'a engagé à tenter l'expérience que je vais dire. Puisque en effet la perte de l'étrier affaiblit d'une manière notable l'énergie de l'audition, il était curieux de voir si, avec la restitution de la partie enlevée, ne se restituerait pas aussi l'énergie de la fonction.

VIII. Dans cette vue, je me bornai à détruire sur un pigeon la portion antérieure du tympan. Après quoi je saisis avec de petites pinces la tige de l'étrier; et j'enlevai doucement cet osselet du petit tube (1) dans lequel il s'enfonce avant d'arriver jusqu'à la fenêtre ovale.

Cela fait, j'examinai l'animal : son audition était très affaiblie.

L'étrier n'avait pas été détaché de la portion

(1) C'est dans ce petit tube, seconde et plus interne portion de la caisse, que se trouvent, séparées par une mince cloison osseuse, les deux fenêtres *ronde* et *ovale* : la *fenêtre ronde*, entrée du limaçon dans la caisse ; la *fenêtre ovale*, entrée du vestibule dans la caisse.

du tympan à laquelle il adhère; je le repris avec les petites pinces; je le replaçai dans son petit tube; j'examinai de nouveau l'animal: l'audition avait repris un peu de son énergie.

IX. Je répétai cette expérience sur deux autres pigeons; le résultat fut le même.

X. Je passai à l'examen des deux orifices (fenêtres *ronde* et *ovale*), par lesquels le limaçon et le vestibule s'ouvrent dans la caisse du tympan.

XI. Après avoir successivement enlevé sur un pigeon le tympan et les osselets, je détruisis, avec la pointe d'un stylet aigu, la membrane fine et lisse qui ferme ces deux orifices. L'audition parut notablement affaiblie, mais elle persistait encore.

XII. Arrivé ainsi au vestibule et au limaçon, ou au centre de l'appareil auditif, en allant d'avant en arrière, par le tympan, les osselets et les deux fenêtres, il s'agissait d'explorer à leur tour les parties situées du côté opposé à celui qu'occupent les précédentes, et de revenir au centre de l'appareil par un chemin contraire à celui déjà suivi, c'est-à-dire en allant d'arrière en avant, et par les canaux semi-circulaires.

XIII. Ces canaux n'étant enveloppés, dans les oiseaux, que par une simple cellulosité osseuse, il est fort aisé de les mettre à nu. Je les décou-

vris donc bien exactement sur un pigeon, et je les coupai ensuite l'un après l'autre avec de petits ciseaux très fins.

A chacune de ces sections, l'animal parut souffrir beaucoup; et il survint de plus un phénomène si singulier, qu'à cause de sa singularité même, et pour ne point interrompre d'ailleurs l'histoire de l'audition, j'ai cru devoir le décrire à part.

Les canaux semi-circulaires étant rompus, non seulement l'animal entendait encore, mais il paraissait souffrir lorsqu'il entendait. Évidemment, le bruit l'agitait et l'importunait; l'audition semblait même plus vive, ou du moins l'animal en exprimait plus vivement les signes, à cause sans doute de la souffrance qu'il ressentait à l'occasion du bruit.

XIV. Cette expérience a été répétée sur plusieurs autres pigeons, et toujours le résultat a été semblable.

XV. Il ne restait plus à examiner que le vestibule et le limaçon. Mais, pour bien apprécier le rôle propre de ces parties centrales de l'appareil, on sent combien il importait de pénétrer jusqu'à elles sans blesser aucune des parties voisines.

Heureusement, une petite ouverture communique de l'intérieur du vestibule à cette cellulo-

sité osseuse dont j'ai déjà parlé, et qui enveloppe les canaux semi-circulaires. Quand on remue le manche du marteau par le tympan, on voit, à travers cette petite ouverture, la platine de l'étrier qui se meut; et, réciproquement, quand, par cette petite ouverture, on meut la platine de l'étrier, on voit le manche du marteau et le tympan se mouvoir.

C'est de cette ouverture que j'ai profité pour pénétrer dans le vestibule.

XVI. Sur un pigeon, j'agrandis d'abord petit à petit cette ouverture, au moyen d'un stylet très fin.

La cavité intérieure du vestibule étant ainsi mise à nu, l'animal entendait encore.

Je détruisis alors peu à peu, avec la pointe du stylet, l'expansion nerveuse qui, comme je l'ai déjà dit, se porte dans le vestibule, et par le vestibule dans les canaux semi-circulaires : l'animal n'entendit plus que très faiblement.

Je poussai cette destruction jusqu'à l'expansion nerveuse du limaçon : l'animal n'entendit plus du tout.

XVII. J'ai répété bien souvent cette expérience. Constamment la simple mise à nu de l'intérieur du vestibule n'a que faiblement altéré l'ouïe; constamment la destruction de l'expansion nerveuse du vestibule n'a altéré ce sens qu'en partie; et

constamment la destruction complète et de cette expansion et de l'expansion nerveuse du limaçon, l'a complétement détruit.

XVIII. Une remarque particulière, et que je ne dois pas omettre, c'est que la destruction des parois du vestibule, de la membrane des fenêtres ronde et ovale, de l'étrier, c'est que cette destruction, dis-je, bien qu'elle n'abolisse pas sur-le-champ l'audition, finit toujours, au bout d'un temps plus ou moins long, par la détruire. L'étrier est, de toutes ces parties, celle dont la perte entraîne le plus tard la perte de l'audition.

XIX. Je reviens aux canaux semi-circulaires, et au fait singulier que j'ai annoncé plus haut.

J'ai déjà dit que la section de ces canaux s'accompagne toujours d'une douleur très vive. Cette douleur s'accroît ou se reproduit chaque fois qu'on pique avec le bout d'une aiguille les parties contenues dans ces canaux. Mais ce qui paraît de plus singulier, soit quand on coupe, soit quand on pique ces parties, c'est un mouvement horizontal de la tête, d'une brusquerie et d'une violence telles qu'il est presque impossible de s'en faire une idée sans l'avoir vu.

XX. Pour suivre ce curieux phénomène dans tous ses détails, je découvris avec soin les canaux semi-circulaires, sur un pigeon; et je coupai en-

suite, avec de petits ciseaux très fins, le canal horizontal des deux côtés.

Chacune de ces sections fut accompagnée d'une douleur aiguë, et d'un mouvement horizontal de la tête, laquelle se portait de droite à gauche et de gauche à droite avec une rapidité inconcevable.

Ce mouvement ne durait pas toujours : quelquefois la tête restait un moment en repos; mais, pour peu que l'animal voulût se mouvoir, le branlement singulier de la tête revenait soudain.

L'animal voyait, entendait, et paraissait conserver toutes ses facultés intellectuelles. Son corps était dans un parfait équilibre durant la simple station; mais, dès que l'animal commençait à marcher, la tête recommençait à s'agiter; et cette agitation de la tête s'accroissant avec les mouvements du corps, toute démarche, tout mouvement régulier, finissaient par devenir impossibles, à peu près comme on perd l'équilibre et la stabilité de ses mouvements quand on tourne quelque temps sur soi-même, ou qu'on secoue violemment la tête.

Quelquefois effectivement l'animal se bornait à tourner sur lui-même; et, en tournant, il perdait l'équilibre, il tombait, et se roulait et se débattait long-temps sans pouvoir réussir à se relever et à se tenir d'aplomb.

XXI. La ressemblance frappante de cette dernière partie du phénomène avec les phénomènes qui suivent les lésions du cervelet pouvait faire croire à quelque lésion, sinon directe, du moins indirecte de cet organe. J'examinai donc le cervelet avec le plus grand soin; il parut dans un état d'intégrité parfaite.

XXII. Pour établir, avec plus de précision encore, l'indépendance du phénomène que je décris, de toute lésion, au moins directe, soit du cervelet, soit de toute autre partie de l'encéphale, j'eus recours aux précautions suivantes.

Je mis bien exactement à nu les canaux semi-circulaires sur un pigeon; puis je coupai le canal horizontal des deux côtés.

Je choisis ce canal pour sujet de mon expérience, parce qu'il est le plus éloigné de l'encéphale, surtout du cervelet; et en le coupant je mis toute mon attention à éviter la moindre secousse qui eût pu se communiquer aux parois du crâne.

Malgré ces précautions, la section des deux canaux fut suivie du branlement impétueux de la tête.

Quand ce branlement s'arrêtait, on pouvait toujours le reproduire, soit en piquant avec la

pointe d'une aiguille les parois internes des canaux, soit en excitant l'animal à se mouvoir.

Le branlement était toujours plus vif au moment où il commençait; puis il allait en se ralentissant, et finissait peu à peu par cesser tout-à-fait. Mais les choses ne se passaient ainsi qu'autant que l'animal restait en repos; quand il marchait, au contraire, le branlement était toujours d'autant plus vif que l'animal cherchait à marcher plus vite.

XXIII. J'avais constaté l'absence de toute lésion ou plutôt de toute blessure directe du cervelet; mais il restait une cause particulière de lésion à examiner encore.

En rompant avec des ciseaux, comme je l'avais fait jusqu'ici, les canaux semi-circulaires, on rompt inévitablement la petite artère qui rampe sur leur côté externe; et cette rupture amène bientôt un épanchement de sang qui gagne rapidement le cervelet, la moelle allongée, et toute la cellulosité osseuse des parois postérieures du crâne. Il importait donc d'éviter la complication qui pouvait résulter de cet épanchement.

A cet effet, les canaux semi-circulaires étant mis à nu sur un pigeon, j'ouvris l'un de ces canaux, l'horizontal, par le côté opposé à celui qu'occupe l'artère, et sans ouvrir l'artère par conséquent.

Tout épanchement étant évité ainsi, je piquai les parties internes de ce canal ; la douleur et l'agitation de la tête suivirent tout aussitôt, et de la même manière que dans les expériences précédentes; à cela près, néanmoins, que l'agitation fut bien moindre dans ce cas que dans le cas de la rupture complète du canal.

XXIV. En parlant tout-à-l'heure de la destruction de l'expansion nerveuse contenue dans le vestibule et le limaçon, j'ai omis de dire que l'animal paraissait à peu près insensible à cette destruction. Mais toutes les fois qu'on pousse le stylet jusque vers les orifices des canaux semi-circulaires, les signes de douleur et les branlements de tête qui caractérisent la lésion de ces canaux reparaissent.

§ III.

I. En résumant tout ce qui précède, on voit :

1° Que ni la destruction du tympan, ni celle de la première portion de la chaîne dite des osselets, n'altèrent gravement l'ouïe ;

2° Que l'ablation de l'étrier l'affaiblit beaucoup ;

3° Que la destruction de la membrane qui ferme les fenêtres ronde et ovale (l'étrier toujours enlevé) l'affaiblit encore davantage ;

4° Que la restitution de l'étrier semble restituer à l'ouïe quelque énergie;

5° Que la rupture des canaux semi-circulaires rend l'audition douloureuse (1), et s'accompagne, de plus, d'une agitation brusque et violente de la tête;

6° Que la mise à nu de l'intérieur du vestibule n'altère point notablement l'ouïe;

7° Que la destruction de l'expansion nerveuse contenue dans le vestibule, et qui du vestibule se rend dans les canaux semi-circulaires, ne détruit ce sens qu'en partie, et que la destruction complète et de cette expansion et de l'expansion nerveuse du limaçon le détruit complétement (2).

II. Les conditions fondamentales de l'audition se déduisent tout naturellement, comme on voit, de ces résultats. La partie la plus essentielle à cette fonction est évidemment l'expansion nerveuse du limaçon. C'est même à la rigueur la

(1) Du moins immédiatement : cette sensibilité douloureuse de l'ouïe se dissipe à mesure que la plaie se cicatrise.

(2) Je n'ai pu réussir à détruire l'expansion nerveuse du limaçon sans toucher, plus ou moins, à celle du vestibule : mais 1° l'ouïe n'est détruite que lorsque les deux expansions nerveuses du vestibule et du limaçon sont détruites; et 2° la destruction des nerfs des canaux semi-circulaires, c'est-à-dire des ramifications mêmes de l'expansion nerveuse du vestibule, ne détruit pas l'ouïe. L'expansion nerveuse du limaçon est donc le véritable nerf de l'ouïe.

seule partie indispensable : car toutes les autres peuvent être ôtées ; pourvu que celle-là subsiste, l'audition subsiste.

Toutes les autres parties ne concourent donc qu'à l'étendue, à l'énergie, aux modifications accessoires de la fonction, ou à la conservation de l'organe.

III. D'un autre côté, en faisant une application de ces dernières expériences à la recherche des différentes causes de la surdité, on voit :

1° Qu'il y a une cause immédiate et absolue de la surdité, savoir, la destruction du nerf ou de l'expansion du nerf qui se rend dans le limaçon;

Et 2° qu'il y a plusieurs causes d'affaiblissement progressif, et, par suite, de perte plus ou moins éloignée de l'ouïe: la destruction de l'étrier, celle des orifices du vestibule et du limaçon, celle des parois du vestibule, etc.

IV. Enfin, on peut se souvenir que, dans mes expériences sur le cerveau, j'ai fait voir que l'audition se perdait par l'ablation des lobes cérébraux, sans qu'aucune partie de l'oreille fût réellement atteinte, et qu'ainsi la perte de l'organe du sens est complétement distincte de la perte de l'organe de la perception.

§ IV.

Addition touchant le phénomène qui suit la section des canaux semi-circulaires.

Je coupai, le 15 novembre 1824, sur un pigeon, le canal semi-circulaire horizontal des deux côtés. Cette section fut aussitôt suivie de ses deux phénomènes accoutumés : le branlement horizontal de la tête, et le tournoiement de l'animal sur lui-même.

Il importait de voir ce que deviendraient et ces singuliers phénomènes, et un pareil animal, si on le laissait vivre. Celui-ci fut bientôt guéri des suites immédiates de l'opération ; ses deux plaies furent bientôt complétement cicatrisées ; mais le branlement de la tête, et le tournoiement persistèrent toujours ; le branlement seul diminua de fréquence et d'intensité.

Le 10 janvier 1825, cet animal fut présenté aux Commissaires de l'Académie. Le mouvement horizontal de la tête, quoique devenu moins brusque et moins violent qu'immédiatement après l'opération, persistait cependant toujours, et se reproduisait surtout toutes les fois qu'on excitait l'animal à se mouvoir.

Quant au tournoiement, il n'avait presque rien perdu de sa première intensité, et se renouvelait aussi toutes les fois qu'on faisait mouvoir l'animal avec rapidité.

Ce tournoiement s'opérait tantôt à gauche, tantôt à droite, mais le plus souvent à droite.

Le 17 mai (époque de la première impression de cette *Addition*), le branlement et le tournoiement persistaient toujours au même degré et avec les mêmes caractères.

Du reste, l'animal conservait tous ses sens, toutes ses facultés; et comme il avait été nourri avec beaucoup de soin, il avait beaucoup engraissé.

Il restait à examiner l'état intérieur des parties. Je sacrifiai donc cet animal que j'étudiais depuis si long-temps et avec tant d'intérêt.

Les os du crâne enlevés étaient reproduits; les deux canaux coupés étaient oblitérés aux points de leur section. Les parties cérébrales paraissaient dans un état d'intégrité parfaite; et ni les lobes cérébraux, ni les tubercules bijumeaux, ni la moelle allongée, ni le cervelet n'offraient, sur aucun point, ni la moindre lésion, ni la moindre altération sensibles.

CHAPITRE XXVIII.

EXPÉRIENCES SUR LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES DES OISEAUX (1).

—

§ Ier.

I. La disposition des canaux semi-circulaires de l'oreille dans les oiseaux, nommément dans les pigeons, a été très bien indiquée par M. Cuvier (2). Ces canaux, au nombre de trois, deux verticaux et un horizontal, forment, avec le vestibule et le limaçon, ce qu'on a nommé *l'oreille interne* ou le labyrinthe.

II. Dans les pigeons, le plus grand de ces trois canaux est le supérieur; il est vertical et obliquement dirigé d'arrière en avant. Le moyen est horizontal. L'inférieur est vertical; il est dirigé d'avant en arrière, et il croise l'horizontal.

III. Or, quand on coupe, sur un pigeon, le canal horizontal des deux côtés, il survient, sur-

(1) Mémoire lu à l'Acad. roy. des sciences, le 11 août 1828.

(2) *Leçons d'anatomie comparée.* Paris, 1805, t. II, p. 465.

le-champ, un mouvement brusque et impétueux de la tête de droite à gauche et de gauche à droite.

Quand on coupe un canal vertical, il survient, sur-le-champ, un mouvement brusque et impétueux de la tête de bas en haut et de haut en bas.

Et quand on coupe, tout à la fois, le canal horizontal et un canal vertical, il survient, sur-le-champ, un mouvement brusque et impétueux de la tête tantôt de droite à gauche et de gauche à droite, et tantôt de bas en haut et de haut en bas.

IV. J'ai déjà fait connaître, en 1824, les principaux effets de la section du canal horizontal (1); j'ai constaté depuis les effets de la section des canaux verticaux : les expériences que l'on va lire ont eu pour objet de suivre ces deux ordres d'effets dans tout leur détail.

§ II.

I. Je coupai le canal horizontal du côté gauche, sur un pigeon : il parut, sur-le-champ, un léger mouvement de la tête de droite à gauche et de gauche à droite. Ce mouvement dura peu : l'animal reprit son allure habituelle; il avait tous ses

(1) *Voyez* le chapitre précédent, page 445.

sens, toute son intelligence, tout l'équilibre de ses mouvements.

Je remarque qu'au moment de la section, l'animal parut éprouver une vive douleur : il en fut de même, à chaque section, dans chacune des expériences qui suivent.

II. Je coupai le canal horizontal de l'autre côté : le mouvement horizontal de la tête reparut soudain, mais avec une rapidité, une impétuosité telles que l'animal, perdant tout équilibre, tombait et roulait long-temps sur lui-même sans pouvoir réussir à se relever.

Ce violent mouvement de la tête, de droite à gauche et de gauche à droite, ne durait pas toujours. Quand l'animal était en repos, la tête y était aussi ; mais dès que l'animal se mouvait, le mouvement de la tête recommençait ; et ce mouvement devenait toujours d'autant plus fort que l'animal cherchait à se mouvoir plus vite.

Ainsi, dans la simple station, l'animal conservait son équilibre ; il le perdait, dès qu'il voulait marcher ; il le perdait encore plus, s'il voulait marcher vite ; il le perdait tout-à-fait, s'il voulait courir ou voler.

La simple station était donc encore possible ; la marche l'était déjà moins ; la course et le vol étaient tout-à-fait impossibles.

Aux moments de la plus grande violence du mouvement de la tête, tous les mouvements de l'animal étaient confus et désordonnés.

Le globe de l'œil et les paupières étaient dans une agitation extrême et presque perpétuelle.

L'animal craignait évidemment le mouvement; aussi, abandonné à lui seul, ne bougeait-il presque pas de place. Très souvent il se bornait à tourner sur lui-même, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

Du reste, il voyait très bien; il entendait; il conservait tous ses instincts, toute son intelligence; il buvait et mangeait de lui-même, quoique avec la plus grande peine.

Je l'ai étudié près d'une année dans cet état; la plaie de la tête s'était entièrement cicatrisée; il était devenu fort gras : mais tous les phénomènes de mouvement horizontal de la tête, de rotation sur lui-même, de trouble et de perte de l'équilibre; tous ces phénomènes, ou plutôt la réapparition de tous ces phénomènes au moindre mouvement un peu rapide de l'animal; tout cela a constamment subsisté.

III. Je coupai le canal vertical inférieur (celui qui croise l'horizontal) du côté gauche, sur un pigeon; il parut aussitôt un léger mais rapide mou-

vement de la tête de bas en haut et de haut en bas: ce mouvement ne dura qu'un instant.

L'animal, abandonné à lui-même, se tenait d'aplomb; il marchait et volait régulièrement; il éprouvait seulement, de temps en temps, une espèce de secousse ou de mouvement brusque et subit de la tête d'avant en arrière; mouvement qui troublait un moment son équilibre, et allait quelquefois jusqu'à le renverser presque sur le dos: au bout de quelques instants, ce mouvement même se dissipa, ou ne reparut plus que de loin en loin.

IV. Je coupai le canal vertical inférieur de l'autre côté: le mouvement vertical de la tête reparut soudain, et avec une violence et une impétuosité tout à-fait pareilles à celles du mouvement horizontal qui suit la section du canal horizontal des deux côtés.

Le mouvement de bas en haut et de haut en bas durait presque continuellement: quelquefois la tête se penchait un peu de l'un ou de l'autre côté, comme pour faire un demi-tour; mais la direction dominante du mouvement était toujours de bas en haut et de haut en bas.

Dans la simple station, l'équilibre subsistait: pour le mieux conserver, l'animal appuyait sa tête

par terre; et c'était presque toujours le sommet de sa tête renversée qu'il appuyait.

Le mouvement de la tête devenait constamment plus vif par tous les autres mouvements du corps: à son tour, il troublait et désordonnait ceux-ci au point que tout mouvement régulier finissait bientôt par être entièrement impossible.

L'animal ne pouvait plus, comme le précédent, ni courir, ni voler. Si on le jetait en l'air, après quelques mouvements incohérents de ses pattes et de ses ailes, tout son corps se roidissait, et il tombait comme une masse inerte.

Le globe de l'œil et les paupières éprouvaient la même agitation convulsive que dans le cas précédent.

Ce qui est très remarquable, c'est que l'animal ne tournait jamais sur lui-même (1); mais il se renversait souvent, malgré lui, sur le dos, en tombant sur sa queue, et quelquefois il roulait long-temps dans ce sens.

J'ai conservé cet animal, durant près d'une année: il buvait et mangeait de lui-même, quoiqu'il eût une peine infinie à gouverner un moment sa tête pour saisir le boire et le manger: il n'a jamais pu voler; dès qu'il voulait marcher un peu

(1) Le pigeon aux deux canaux horizontaux coupés tournait, au contraire, toujours sur lui-même.

vite, il tombait et roulait sur le dos; presque toujours, il restait à la même place, le sommet de la *tête renversée* appuyé par terre ou contre les barreaux de sa cage: en un mot, le mouvement vertical de la tête, et les effets de ce mouvement sur tous les autres mouvements du corps; tout cela a toujours subsisté, et toujours avec une intensité à peu près égale.

V. Les deux canaux verticaux inférieurs avaient été coupés, sur le pigeon précédent, au-dessous du point où chacun croise le canal horizontal de son côté: je les coupai, sur un autre pigeon, au-dessus de ce croisement; le résultat fut à peu près le même.

VI. Je les coupai enfin, sur un autre pigeon, et au-dessus et au-dessous de ce croisement; et le résultat fut encore le même, à cette différence près pourtant que le mouvement de la tête fut beaucoup plus violent après cette double section qu'il ne l'avait été dans tous les cas précédents où la section était simple.

VII. Je coupai le grand canal vertical, ou le canal vertical supérieur, du côté gauche, sur un pigeon; il y eut aussitôt un léger mais rapide mouvement de la tête de haut en bas et de bas en haut: ce mouvement fut de courte durée, mais bientôt après il se reproduisit.

L'animal, abandonné à lui-même, marchait et se tenait debout avec équilibre; il éprouvait seulement, de temps en temps, un mouvement comme de culbute en avant : on a vu que, dans le pigeon précédent, le mouvement était, au contraire, comme de culbute en arrière.

VIII. Je coupai le canal vertical supérieur de l'autre côté : sur-le-champ, mouvement brusque et violent de la tête de haut en bas et de bas en haut : ce mouvement entraîne, comme dans les précédentes expériences, le trouble de l'équilibre; il cesse de même par moments quand l'animal est en repos; il recommence de même quand l'animal se meut; enfin, il s'accroît toujours d'autant plus que l'animal cherche à se mouvoir plus vite; et il s'accompagne toujours et de la rotation du globe de l'œil et de l'agitation convulsive des paupières.

L'animal ne tourne point sur les côtés, comme le pigeon aux deux canaux horizontaux coupés; il ne se renverse point sur le dos en tombant sur sa queue, comme le pigeon aux deux canaux verticaux inférieurs coupés; il tombe, au contraire, sur la tête, et fait ainsi la culbute en avant, à l'inverse du précédent qui la faisait en arrière.

J'ai conservé ce pigeon, dans cet état, près d'une année entière.

IX. Je coupai, sur un autre pigeon, les deux canaux, horizontal et vertical inférieur, des deux côtés, au point de leur jonction ou de leur croisement : il survint, sur-le-champ, un mouvement brusque et violent de la tête, mêlé de la direction horizontale et de la verticale, mais où l'horizontale dominait pourtant : aussi l'animal tournait-il parfois sur lui-même.

X. Enfin, sur un autre pigeon, je coupai tous les canaux, verticaux et horizontaux, des deux côtés; et il survint aussitôt un mouvement fougueux et désordonné de la tête dans tous les sens, de haut en bas, de bas en haut, de droite à gauche, de gauche à droite.

Ce mouvement était d'une violence inouïe; il troublait et désordonnait l'équilibre de tout l'animal, qui n'obtenait plus quelques moments de repos qu'en appuyant sa tête par terre.

XI. J'ai répété toutes ces expériences sur plusieurs autres pigeons : les résultats ont toujours été les mêmes, à quelques légères différences près dans le degré de violence des phénomènes; c'est pourquoi je me borne à rapporter le détail de celles qui précèdent.

§ III.

I. Jusqu'ici je m'étais borné à opérer, tout d'un

coup, la section des canaux semi-circulaires. J'essayai de faire l'expérience d'une autre façon.

II. Sur un pigeon, après avoir mis le canal horizontal des deux côtés à nu, j'ouvris le canal osseux des deux côtés, sans toucher aux parties internes de ce canal. Il ne survint aucun effet sensible.

Je piquai alors, avec une aiguille, les parties contenues dans ce canal; l'animal témoigna aussitôt une vive douleur, et le mouvement horizontal de la tête parut; mais il était plus faible que dans le cas de la section complète du canal.

III. Je mis, sur un autre pigeon, le canal vertical inférieur des deux côtés à nu; j'ouvris ensuite le canal osseux des deux côtés; l'animal n'éprouva aucun effet.

Je piquai les parties contenues dans le canal osseux : l'animal témoigna qu'il souffrait, et le mouvement vertical de la tête parut aussitôt; mais plus faible que dans le cas de la section complète du canal.

IV. J'ai répété ces expériences sur plusieurs autres pigeons : j'ai toujours vu qu'on peut détruire impunément le canal osseux, même sur divers points. Au contraire, dès qu'on pique les parties contenues dans ce canal, l'animal donne des marques d'une vive sensibilité, et la tête commence à s'agiter.

De plus, si, après avoir piqué ces parties et avoir conséquemment produit par cette piqûre une certaine douleur et une certaine agitation de la tête, on attend que cette douleur et cette agitation se soient calmées, et qu'on renouvelle alors la piqûre, la douleur et l'agitation de la tête renaissent.

V. C'est donc dans les parties des canaux semi-circulaires contenues dans les canaux osseux, parties qui, comme l'ont montré les recherches de Comparetti, de Scarpa, de M. Cuvier, constituent les véritables canaux semi-circulaires, ou plutôt, et à parler plus exactement, c'est dans l'expansion du nerf qui se déploie sur elles, que se trouve le véritable siége des singuliers phénomènes qui viennent d'être décrits.

§ IV.

I. En résumant tout ce qui précède, on voit: 1° que la section du canal horizontal des deux côtés est constamment suivie d'un violent mouvement horizontal de la tête; que la section d'un canal vertical, soit supérieur, soit inférieur, des deux côtés, est suivie d'un violent mouvement vertical de la tête; et que la section des canaux horizontaux et verticaux tout à la fois est suivie d'un mouvement horizontal et d'un mouvement

vertical tout ensemble; 2° que la section du canal d'un seul côté, quel que soit le canal coupé, vertical ou horizontal, est toujours suivie d'un effet beaucoup moindre que celle du même canal des deux côtés; 3° que l'effet de la section (1) des canaux semi-circulaires n'empêche pas l'animal de vivre, mais que cet effet subsiste tant que l'animal vit; et 4° enfin, que c'est dans les canaux membraneux enveloppés par les canaux osseux, c'est-à-dire dans les véritables canaux semi-circulaires et dans leur expansion nerveuse, que réside le principe de cet effet.

II. Il est surprenant sans doute de voir des parties d'une structure aussi délicate et d'un aussi petit volume que les canaux semi-circulaires, exercer une action si puissante sur l'économie; il ne l'est pas moins de voir des parties qui, par

(1) Du moins de la simple section : car la destruction ou le broiement, plus ou moins profonds, des canaux semi-circulaires entraînent un tel désordre et une telle violence dans les mouvements, que l'animal s'épuise en vains efforts, ne peut plus ni boire ni manger, et finit au bout de quelque temps par succomber. Ainsi, la violence des effets est toujours subordonnée au degré de la lésion. Dans le cas d'une simple piqûre, le mouvement de la tête est léger; il est beaucoup plus fort dans le cas d'une section; il est plus fort encore dans le cas d'une section double; il est au plus haut degré de violence enfin dans le cas de broiement ou de destruction complète.

leur position dans l'oreille, semblaient ne devoir jouer qu'un rôle spécial et borné à l'audition, avoir une influence si marquée sur les mouvements ; il ne l'est pas moins enfin de voir la section de chacune de ces parties déterminer un ordre ou une direction de mouvements toujours si parfaitement conformes à la direction de la partie coupée.

Ainsi, la section des canaux horizontaux détermine un mouvement horizontal ; celle des canaux verticaux, un mouvement vertical. De plus, l'un des deux canaux verticaux, l'inférieur, est dirigé d'avant en arrière ; sa section détermine un mouvement d'avant en arrière, ou de culbute en arrière : l'autre canal vertical, le supérieur, a une direction d'arrière en avant ; sa section détermine un mouvement d'arrière en avant, ou de culbute en avant.

III. D'un autre côté, bien que les phénomènes qu'amène la section des canaux semi-circulaires aient une analogie très marquée avec les phénomènes du cervelet, ces deux ordres de phénomènes n'en sont pas moins distincts.

IV. Dans plus de vingt expériences sur ces canaux, je me suis constamment convaincu de l'intégrité complète et absolue du cervelet.

Il est évident, d'ailleurs, que si le branlement

de la tête n'était pas un phénomène propre aux canaux semi-circulaires, la direction de ce branlement ne varierait pas comme varie la direction de ces canaux.

Enfin, la lésion du cervelet n'est suivie, dans aucun cas, d'un pareil branlement de la tête, soit vertical, soit horizontal, quoique, comme je l'ai précédemment montré, l'animal, après cette lésion, exécute les mouvements les plus confus et les plus désordonnés.

V. Le branlement impétueux de la tête qui vient d'être décrit est donc un phénomène propre aux canaux semi-circulaires. En outre, ce phénomène est d'autant plus important à considérer qu'il n'est pas rare de le voir constituer un symptôme plus ou moins dominant dans plusieurs maladies, soit de l'homme, soit des animaux; et c'est sans doute un progrès de diagnostic, qui ne sera pas perdu pour la thérapeutique, que la détermination du siége d'un aussi singulier symptôme.

VI. J'ai répété les expériences qui précèdent, sur des poules, sur des moineaux, sur des verdiers, sur des bruants, sur des chardonnerets, sur des linottes, sur des mésanges, etc.; le résultat a toujours été le même, du moins quant au fond et à toutes les circonstances essentielles du phé-

nomène (1). Le phénomène qui suit la section des canaux semi-circulaires est donc un phénomène constant et général dans la classe des oiseaux.

VII. Il me reste à indiquer les effets de la section de ces canaux dans les autres classes, et particulièrement dans celle des mammifères; ce sera l'objet d'un autre chapitre.

(1) Ainsi, par exemple, on a vu qu'après la section des canaux horizontaux, le pigeon *tourne presque toujours sur lui-même*, qu'après celle des canaux verticaux inférieurs il fait souvent plusieurs *culbutes en arrière les unes à la suite des autres*, et qu'après celle des canaux verticaux supérieurs il en fait souvent *en avant*. Tous ces mouvements ont lieu dans le vol comme dans la marche; mais dans les petits oiseaux (mésanges, bruants, verdiers, etc.), qui volent beaucoup plus qu'ils ne marchent, c'est presque toujours dans le vol qu'ils ont lieu, ce qui ajoute un nouveau degré de rapidité, et par-là même de singularité aux phénomènes. Du reste, même mouvement horizontal de la tête après la section des canaux horizontaux; même mouvement vertical après la section des canaux verticaux; même cessation de ces mouvements durant le repos; même reproduction des mouvements de la tête par tous les mouvements du corps; et même trouble de tous ces mouvements (vol, marche, course, etc.) par le mouvement de la tête.

CHAPITRE XXIX.

EXPÉRIENCES SUR LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES DES MAMMIFÈRES (1).

—

§ Ier.

I. J'ai fait connaître, dans le précédent chapitre, les effets singuliers qui suivent la section des canaux semi-circulaires de l'oreille, dans les oiseaux. Il importait de voir jusqu'à quel point ces effets se reproduisent ou se modifient dans les autres classes, et surtout dans les mammifères.

II. Mais, dans les mammifères, les canaux semi-circulaires sont tellement enveloppés par la substance dure et compacte du rocher que, pour les atteindre, il faut absolument commencer par les débarrasser et les dégager de cette substance.

III. Or, c'est là une première opération qui, sur l'animal vivant, ne peut se faire sans une grande difficulté; difficulté qui serait insurmon-

(1) Mémoire lu à l'Acad. roy. des sciences, le 13 octobre 1828.

table peut-être s'il n'y avait quelques espèces où le rocher se trouve beaucoup moins épais et moins dense qu'il ne l'est généralement, et si on ne pouvait en outre, même dans ces espèces, remonter à un âge où il n'ait pas encore acquis toute la dureté et toute la consistance qu'il doit avoir plus tard.

IV. Sous ces deux rapports d'âge et d'espèce, de jeunes lapins m'ont paru les animaux les plus propres à mes nouvelles expériences : d'abord, dans les lapins comme dans tous les rongeurs, le rocher demeure à tout âge beaucoup moins épais et moins dense que dans la plupart des autres familles des mammifères, et, en second lieu, les lapins, comme tous les rongeurs, commencent déjà à marcher, à courir, à sauter, à se tenir d'aplomb, à se mouvoir enfin avec une certaine énergie, à un âge encore fort jeune, et conséquemment avant que l'ossification du rocher soit complète. Il y a donc ainsi, dans ces animaux, un moment où l'ossification du rocher n'est pas trop avancée, et où les mouvements sont pourtant assez énergiques; et c'est ce moment qu'il faut choisir pour l'expérience.

V. Dans les animaux carnassiers, au contraire, dans le chat, dans le chien, par exemple, d'une part, la locomotion se développe trop tard; d'au-

tre part, l'ossification du rocher avance trop vite : d'où il suit que, quand le rocher serait assez tendre pour se prêter à l'expérience, les mouvements de l'animal sont trop faibles, et que, quand les mouvements seraient assez forts, le rocher n'est plus assez tendre.

VI. Pour les lapins, l'âge que j'ai trouvé le plus favorable à l'expérience est celui d'un mois et demi à deux mois à peu près ; c'est sur des lapins d'environ cet âge que les expériences qui suivent ont été faites.

§ II.

I. Sur un lapin âgé d'à peu près deux mois, je commençai par dégager et par mettre à nu le canal horizontal des deux côtés ; après quoi je coupai le canal horizontal du côté gauche.

Sur-le-champ, l'animal fut pris d'un mouvement de la tête de gauche à droite et de droite à gauche ; ce mouvement, comme dans les pigeons précédemment opérés, cessait pendant le repos ; il recommençait dès que l'animal se mouvait ; il devenait toujours d'autant plus fort que l'animal cherchait à se mouvoir plus vite ; il n'avait peut être pas autant de rapidité que dans les pigeons, mais il eut plus de constance. On se souvient que, dans les pigeons, le mouvement de la tête qui suit

la section du canal horizontal d'un seul côté ne dure qu'un instant : dans ce lapin, au contraire, plusieurs heures après l'opération, ce mouvement, quoique affaibli, persistait encore.

Je remarque en outre qu'au moment de la section du canal, l'animal donna des signes de douleur ; remarque qui s'applique à toutes les expériences qui suivent.

Le mouvement de la tête s'accompagnait toujours d'une agitation très vive des yeux et des paupières ; mais dès que la tête était en repos, les yeux et les paupières y étaient aussi.

Dans l'état de repos, la tête était presque toujours portée du côté gauche, rarement dans sa position naturelle, jamais à droite. Enfin, l'animal tournait souvent sur lui-même, et toujours du côté gauche.

II. Je coupai le canal horizontal de l'autre côté : aussitôt le mouvement horizontal devint plus violent ; il l'était même parfois au point qu'il emportait de droite à gauche et de gauche à droite, non seulement la tête, mais les jambes de devant et avec elles tout le train antérieur de l'animal.

Ce mouvement troublait et désordonnait tous les autres mouvements, surtout tous les mouvements rapides ; aussi, quand l'animal voulait courir, il tombait et roulait à terre.

Dans l'état de repos, le mouvement de la tête cessait ; mais dès que l'animal, ou seulement la tête de l'animal se mouvait, il recommençait, et toujours avec d'autant plus de force que le mouvement à propos duquel il recommençait était plus rapide.

Constamment les oscillations horizontales de la tête, après avoir acquis tout d'un coup, à l'occasion d'une excitation quelconque, une certaine étendue et une certaine rapidité, diminuaient peu à peu ensuite de rapidité comme d'étendue, puis ne constituaient plus qu'un léger tremblement, et puis finissaient par disparaître.

Le globe des yeux et des paupières, comme dans le cas précédent du seul canal du côté gauche coupé, étaient dans une agitation perpétuelle tant que la tête se mouvait ; cette agitation était d'autant plus vive que la tête se mouvait plus vite ; et quand la tête cessait de se mouvoir, l'agitation des yeux et des paupières cessait aussi.

Mais ce qui est à remarquer, c'est que la tête, qui, après la section du seul canal du côté gauche, était presque toujours tournée à gauche, avait, depuis la section du second canal, repris sa position naturelle sur la ligne médiane ; et que l'animal qui, dans le premier cas, tournait toujours du côté

gauche, tournait maintenant tantôt d'un côté et tantôt de l'autre.

J'ai conservé ce lapin; il mangeait de lui-même, et, quelque faible qu'il fût encore à cause de son jeune âge, il a néanmoins survécu durant plus d'un mois. Le branlement de la tête et la rotation de l'animal sur lui-même, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, ont toujours subsisté; mais le branlement de la tête était devenu moins vif, et, par suite, tous les autres mouvements de l'animal moins troublés et moins désordonnés.

III. Sur un lapin du même âge que le précédent, et après avoir débarrassé de même les canaux horizontaux de la substance du rocher qui les enveloppe, je coupai d'abord le canal horizontal du côté droit.

Le mouvement de la tête (avec tous ses effets sur les autres mouvements du corps) reparut à l'instant, comme dans le précédent lapin, mais avec cette différence que cette fois-ci la tête était presque toujours tournée à droite, et que c'était toujours aussi du côté droit que l'animal tournait.

IV. Je coupai le canal horizontal du côté gauche: aussitôt la tête reprit sa position sur la ligne médiane, et l'animal tourna tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

V. Les deux canaux verticaux postérieurs ayant été mis à nu sur un troisième lapin, je coupai le canal du côté gauche.

Ces canaux répondent aux canaux inférieurs ou externes des oiseaux; mais ils ne croisent plus, dans les mammifères, les canaux horizontaux.

A peine la section fut-elle opérée qu'il survint un mouvement de la tête de bas en haut et de haut en bas. Ce mouvement cesse dans le repos; il se renouvelle par le moindre mouvement, et il s'accroît toujours d'autant plus que les autres mouvements sont plus rapides.

Dans leur plus grande violence, les oscillations de la tête sont très étendues; ces oscillations s'affaiblissent ensuite peu à peu : un moment avant de cesser, il n'y a plus qu'un léger tremblement qui représente tout-à-fait le tremblement de la tête qui s'observe dans certains vieillards.

Quelquefois la tête, dans son mouvement de bas en haut et de haut en bas, fait comme un demi-tour à droite ou à gauche : très souvent aussi le mouvement de bas en haut emporte en arrière tout le corps de l'animal, et le fait tomber presqu'à la renverse.

Ce commencement de culbute en arrière, joint au mouvement de la tête et qui n'en est qu'un

degré plus fort, trouble la station, la marche et surtout la course.

Les yeux et les paupières sont dans une agitation qui dure tant que le mouvement de la tête dure; et qui, comme dans les cas précédents, cesse dès que ce mouvement cesse.

De plus, ce mouvement de la tête, mouvement qui s'évanouit presque aussitôt dans les pigeons, dans le cas d'un seul canal coupé, persistait encore dans ce lapin, plusieurs heures après l'opération.

VI. Je coupai le canal vertical postérieur du côté droit: aussitôt le mouvement vertical de la tête devint plus violent; les mouvements de culbute en arrière plus fréquents et plus forts, et par suite tous les autres mouvements de l'animal, la marche, la course, le saut, plus troublés et plus désordonnés.

Enfin, et comme à l'ordinaire, le mouvement de la tête cesse dans le repos, et renaît par le mouvement: il en est de même pour la rotation du globe des yeux; elle renaît avec le mouvement de la tête et disparaît avec ce mouvement.

Ce lapin, quoique très jeune encore et conséquemment très faible, surtout pour une pareille expérience, a pourtant survécu durant sept à huit

jours. Il mangeait de lui-même; et, tant qu'il a vécu, le mouvement de la tête a subsisté.

VII. Il restait à tenter enfin la section du troisième et dernier canal, ou du canal vertical antérieur (c'est le supérieur ou interne des oiseaux). Mais dans les lapins, animaux qui jusqu'ici s'étaient si bien prêtés à mes expériences, le cervelet offre, sur le côté de chaque hémisphère, un petit lobe qui passe sous ce canal. Le point par lequel ce petit lobe adhère à l'hémisphère se rétrécit en un pédicule pour se laisser ceindre par le canal, lequel embrasse ce pédicule comme l'embrasserait un anneau : sorti de cet anneau, le lobule du cervelet s'épanouit et se développe, en sorte que le canal se trouve ainsi comme caché dans un profond sillon entre l'hémisphère, d'une part, et l'épanouissement du lobule, de l'autre. Il m'a été tout-à-fait impossible, quelques précautions que j'aie prises, de couper ce canal sans blesser plus ou moins ce lobule (1), et sans compliquer plus ou moins, dès lors, les effets propres de l'une de ces parties des effets de l'autre (2).

(1) Ou le point de l'hémisphère du cervelet auquel ce lobule adhère.

(2) Le lobule latéral du cervelet se trouve dans tous les rongeurs, le rat, la souris, le lérot, etc.; il est à peine marqué dans les carnassiers, le chat, le chien, etc. Il se trouve aussi dans les

VIII. Heureusement qu'au fond ce qui importait, c'était de voir si le phénomène singulier qui suit la section des canaux semi-circulaires dans les oiseaux, se reproduisait dans les mammifères, c'est-à-dire si, d'abord, la section d'un canal quelconque était suivie d'un mouvement quelconque; et si, ensuite, la direction du canal coupé déterminait toujours la direction du mouvement produit.

IX. Or, quant au premier point, il eût suffi, à la rigueur, de pouvoir atteindre un seul des trois canaux; et, quant au second, il suffisait de pouvoir atteindre et le canal horizontal, et un canal vertical quel qu'il fût, puisque c'était de l'opposition principale entre la direction de ces deux canaux que devait naître le principal contraste des phénomènes.

X. J'ai voulu voir pourtant si, sur des lapins d'un âge moins avancé que ceux sur lesquels j'avais opéré jusqu'ici, je ne pourrais pas réussir à atteindre enfin isolément le canal vertical antérieur. En effet, à mesure qu'on remonte d'âge en âge vers l'époque de la naissance, le cervelet et le

oiseaux ; il est même assez développé dans l'oie, le canard, par exemple ; il l'est moins dans le dindon, la poule, la caille, etc. ; et moins encore dans le pigeon, les passereaux, les oiseaux de nuit, etc.

lobule du cervelet, moins développés, dépassent de moins en moins le canal, et s'opposent ainsi, de moins en moins, à ce qu'on l'atteigne.

XI. Après plusieurs essais, je suis parvenu, sur des lapins de douze à quinze jours à peu près, à couper quelquefois le canal vertical antérieur sans blesser le cervelet; mais, à cet âge même, je n'ai pu, la plupart du temps, le couper sans blesser plus ou moins cet organe.

XII. Dans les cas de cette complication de lésions, les effets du cervelet masquant plus ou moins les effets propres du canal, je n'ai pu obtenir qu'un résultat confus.

Dans les cas, au contraire, où la section du canal a été simple et dégagée de toute complication de lésion du cervelet, j'ai constamment vu se reproduire et le mouvement de la tête de haut en bas et de bas en haut, et la propension à culbute en avant qui accompagnent la section de ce canal dans les oiseaux.

XIII. En outre, dans les lapins, au mouvement vertical de la tête, qui est le seul qui s'observe alors dans les oiseaux, se joignait parfois un mouvement horizontal de cette partie, et quelquefois aussi l'animal tournait sur lui-même.

§ III.

I. J'ai répété les expériences qui précèdent, soit sur le canal horizontal, soit sur le canal vertical postérieur, soit sur le canal vertical antérieur, sur plusieurs lapins : le résultat a toujours été le même.

II. Ainsi donc :

1° Dans les lapins, comme dans les pigeons, la section des canaux horizontaux est suivie d'un mouvement horizontal, et la section des canaux verticaux, d'un mouvement vertical de la tête.

De plus, la section du canal horizontal est suivie d'un tournoiement de l'animal sur lui-même; celle du canal vertical postérieur, d'un mouvement de culbute en arrière; et celle du canal vertical antérieur, d'un mouvement de culbute en avant.

2° Tous ces mouvements, soit de branlement de la tête, soit de tournoiement, soit de culbute, ont moins de violence dans les lapins que dans les pigeons.

Ainsi le branlement de la tête est moins impétueux : l'animal tourne sur lui-même avec moins de rapidité : il éprouve un commencement de culbute, mais la culbute n'est pas complète; et, à plus forte raison, n'y a-t-il pas plusieurs culbutes

à la suite les unes des autres, comme dans les pigeons.

3° Dans les lapins comme dans les pigeons, le mouvement de la tête cesse dans le repos; il renaît par le mouvement, et il s'accroît toujours d'autant plus que les autres mouvements sont plus rapides.

4° Les mouvements qu'entraîne la section des canaux semi-circulaires sont toujours les mêmes pour les mêmes canaux, toujours différents pour les différents canaux, dans les lapins, comme dans les pigeons; et c'est une chose digne de remarque sans doute qu'il y ait précisément autant de directions différentes de ces mouvements qu'il y a de directions principales ou cardinales de tout mouvement: d'avant en arrière et d'arrière en avant; de haut en bas et de bas en haut; de droite à gauche et de gauche à droite.

5° Le mouvement de la tête (et tous les effets de ce mouvement) qui suit la section d'un seul canal, soit vertical, soit horizontal, m'a paru avoir plus de constance dans les lapins que dans les pigeons.

6° Enfin, le mouvement de la tête, suite de la section des deux canaux, soit verticaux, soit horizontaux, persiste toujours dans les lapins comme dans les pigeons, quoique moins énergiquement

dans les premiers que dans les seconds ; et dans les uns comme dans les autres, bien qu'il persiste, il n'empêche pas l'animal de vivre et de conserver tous ses sens et toute son intelligence.

III. Les mouvements singuliers que détermine la section des canaux semi-circulaires se reproduisent donc dans les mammifères comme dans les oiseaux.

Ces mouvements constituent donc un phénomène qui, jusqu'ici, se montre aussi général qu'il est étonnant.

CHAPITRE XXX.

DIRECTION DES MOUVEMENTS DE L'ANIMAL RÉGIE PAR LA DIRECTION DES FIBRES DE L'ENCÉPHALE.

---

§ Ier.

I. J'ai décrit, dans les deux précédents chapitres, les singuliers effets de la section des canaux semi-circulaires.

II. De ces canaux, au nombre de trois, deux sont verticaux, le troisième est horizontal.

En outre, des deux canaux verticaux, l'un est dirigé d'arrière en avant; l'autre est dirigé d'avant en arrière.

III. Or, quand on coupe le canal horizontal, l'animal tourne sur lui-même; quand on coupe le canal vertical *antérieur* (1), l'animal fait une suite de culbutes en avant; et quand on coupe le canal vertical *postérieur* (2), l'animal fait une suite de culbutes en arrière.

(1) *Antérieur*, ou dirigé d'arrière en avant.
(2) *Postérieur*, ou dirigé d'avant en arrière.

IV. La section de chaque canal détermine donc une suite de mouvements, lesquels s'exécutent dans le sens même de la direction du canal. Il y a donc un rapport donné, un rapport constant entre la direction de chaque canal semi-circulaire et la direction du mouvement produit par la section de chaque canal.

V. Quelle peut être la cause de ce rapport?

Assurément cette cause n'est pas dans le canal même. Cette cause vient de plus loin; le canal l'emprunte d'ailleurs; et cet autre organe, cette autre partie, cette partie plus profonde d'où il l'emprunte, ne peut être que l'encéphale.

§ II.

I. C'est ce qu'il a été facile de pressentir dès mes premières expériences sur les canaux semi-circulaires.

II. M. Cuvier, en rendant compte de ces expériences à l'Académie, s'exprimait ainsi : « Les » résultats des expériences de M. Flourens ont, » disait-il, une ressemblance frappante avec ceux » que notre confrère M. Magendie a obtenus, » en coupant le pont de Varole. L'Académie se » souvient sans doute d'avoir vu des lapins sur » lesquels il avait pratiqué cette opération tour-

» ner sur eux-mêmes, à peu près comme nous » l'avons vu sur ceux de M. Flourens. Cette res- » semblance d'effets est due peut-être aux rap- » ports intimes du nerf acoustique avec les jambes » du cervelet; mais ce n'est que par des expé- » riences encore plus nombreuses et plus va- » riées, portant sur le nerf même et sur les parties » voisines de l'encéphale, que l'on parviendra à » connaître le véritable point d'où partent ces mou- » vements, si réguliers dans leur désordre (1). »

III. M. Cuvier indiquait ici le rapport qui lie les effets de la section des canaux semi-circulaires aux effets de la section du pont de Varole. Il avait indiqué ailleurs le rapport qui lie les effets de la section du pont de Varole aux effets de la lésion même du cervelet.

« Cette expérience (la section du pont de Va- » role, pratiquée par M. Magendie) correspond, » disait-il, avec celles que M. Flourens a faites sur » le cervelet, et leur sert en quelque sorte de » complément (2). »

IV. C'est donc dans l'encéphale: on peut déjà même aller plus loin; c'est surtout dans le cervelet que se trouve la première et fondamentale cause

(1) Rapport fait à l'Académie des sciences dans la séance du 24 novembre 1828.

(2) *Analyse des travaux de l'Acad. des sc.*, année 1824, p. 69.

des mouvements singuliers qui suivent la section des canaux semi-circulaires.

§ III.

I. Le cervelet, organe impair, organe unique, et le seul organe impair, le seul organe unique de l'encéphale, si l'on excepte les deux petits corps nommés *glandes pinéale* et *pituitaire*, est placé en travers sur la moelle allongée.

II. Il embrasse cette moelle allongée, base de l'encéphale, par ses deux jambes ou pédoncules; et, de plus, ces deux pédoncules se continuent en avant avec les pédoncules mêmes du cerveau; et en arrière avec la moelle épinière.

III. Chaque pédoncule du cervelet se partage donc en trois autres, dont l'un se dirige transversalement, l'autre d'arrière en avant, et l'autre d'avant en arrière.

IV. Les *fibres* ou *pédoncules transverses* du cervelet forment une sorte de *pont* (1), lequel passe sous la moelle allongée, et l'embrasse.

Les *fibres* qui se dirigent d'arrière en avant, les *pédoncules postéro-antérieurs* (2), vont du cervelet vers les tubercules bijumeaux ou quadriju-

(1) *Pont de Varole* ou *protubérance annulaire.*

(2) *Processus cerebelli ad testes.*

meaux, et s'unissent ou se continuent avec les *pédoncules* mêmes du cerveau (1).

Les *fibres* qui se dirigent d'avant en arrière, les *pédoncules antéro-postérieurs*, vont du cervelet à la moelle épinière.

V. Les pédoncules du cervelet se divisent donc en trois ordres de fibres; et le cervelet est comme le point central, le nœud d'où ces trois ordres de fibres dérivent.

§ IV.

I. Passons de ces premiers résultats donnés par l'examen anatomique aux résultats que donnent les expériences physiologiques.

II. Si l'on coupe le *pont de Varole*, c'est-à-dire le faisceau de fibres tranverses, l'animal roule sur lui-même selon l'axe de sa longueur.

La section des fibres ou *pédoncules transverses* détermine donc la rotation de l'animal sur lui-même.

C'est précisément, ou fort à peu près du moins, ce que fait la section du canal semi-circulaire horizontal.

III. Si l'on coupe les pédoncules cérébraux,

(1) *Corps restiforme, crus cerebelli ad medullam oblongatam, processus ad medullam spinalem.*

pédoncules auxquels s'unissent, comme je viens de le dire, les fibres ou *pédoncules antérieurs* du cervelet, l'animal se précipite en avant avec force.

La section des fibres ou *pédoncules antérieurs* détermine donc une suite de *mouvements en avant*. Et c'est aussi ce que fait la section du canal vertical supérieur ou antérieur.

IV. Si l'on coupe, enfin, les fibres ou *pédoncules postérieurs* du cervelet, l'animal recule, il fait ou tend à faire une suite de culbutes en arrière.

La section des fibres ou *pédoncules postérieurs* du cervelet détermine donc une suite de *mouvements en arrière*. Et c'est encore ce que fait la section du canal vertical inférieur ou postérieur.

V. Soit que l'on considère la direction des *fibres nerveuses* coupées, soit que l'on considère la direction des *canaux semi-circulaires* coupés, il y a donc toujours un rapport donné, un rapport frappant entre la direction des *fibres* ou des *canaux* coupés, et la direction des *mouvements* produits.

§ V.

I. En 1822, je fis connaître les effets de la lésion du cervelet.

II. En 1825, M. Magendie fit connaître les

effets de la section du *pont de Varole* et des *pédoncules cérébraux* (1).

III. J'avais déjà fait connaître, dès 1824 (2), les effets de la section des canaux semi-circulaires.

IV. J'ai cherché enfin, par les expériences de ce chapitre, à démêler la vraie cause, la cause primitive de ces différents effets; et je la trouve dans la *direction des fibres de l'encéphale*.

§ VI.

I. J'ai coupé, sur plusieurs lapins, le *pont de Varole*, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; et, dans tous ces cas, l'animal s'est mis à rouler sur lui-même, selon l'axe de sa longueur (3).

La section du *pont de Varole*, c'est-à-dire la section des *fibres transverses* du cervelet, détermine donc la rotation de l'animal sur lui-même.

II. Sur plusieurs lapins, j'ai blessé, j'ai coupé les pédoncules cérébraux au point où les corps

(1) Voyez *Journal de physiol. expérim.*, t. IV, p. 399. J'avais, à cette époque même, en 1825, observé ces effets depuis long-temps; mais je ne les avais pas encore publiés.

(2) Du moins en partie. Je les fis connaître plus complétement en 1828. *Voyez* les trois chapitres qui précèdent.

(3) Et toujours du côté lésé. Les *pédoncules* du cervelet et le *pont de Varole* ont un *effet direct*. Les parties supérieures du cervelet (les *vrais lobes*) ont seules un *effet croisé*.

La section du canal horizontal ou *transverse* détermine des mouvements de rotation ou de droite à gauche, et de gauche à droite; la section du canal *postéro-antérieur*, des mouvements en avant; la section du canal *antéro-postérieur*, des mouvements en arrière.

II. A quoi tient donc, enfin, cette force singulière des canaux semi-circulaires? Elle tient aux rapports des nerfs de ces canaux avec les fibres de l'encéphale.

III. Le nerf acoustique qui se rend dans l'oreille par le trou auditif interne, n'est pas un nerf simple; c'est un nerf complexe, et qui se compose de deux nerfs très distincts : le *nerf du limaçon* et le *nerf des canaux semi-circulaires* (1).

Le premier de ces nerfs, le nerf du limaçon, est le *vrai nerf auditif;* le limaçon est le *vrai siége* du sens de l'ouïe (2).

(1) Deux anastomoses lient les uns aux autres les trois nerfs (le nerf du limaçon, celui des canaux semi-circulaires et le facial) qui s'étaient réunis pour se porter dans le trou auditif interne: la première va du nerf du limaçon au nerf des canaux semi-circulaires; la seconde va du nerf des canaux semi-circulaires au nerf facial.

(2) *Voyez* ci-devant, chapitre XXVII, p. 450. J'ai dit, dans la Note de la page que je cite ici, que je n'avais pu parvenir à détruire, sur des pigeons, l'expansion nerveuse du limaçon, sans toucher plus ou moins à celle du vestibule. J'y suis parvenu sur des lapins,

IV. L'autre nerf, le nerf des canaux semi-circulaires, n'est pas un *nerf des sens* : la section des canaux semi-circulaires ne détruit pas l'ouïe; elle la rend même plus vive, puisqu'elle la rend douloureuse.

V. Le *nerf des canaux semi-circulaires* est un nerf spécial et propre. Il forme une *paire* nouvelle, une *paire* de plus, à joindre à la liste des *paires crâniennes* ou *encéphaliques*. Il est doué de la faculté singulière d'agir sur la direction des mouvements.

Parvenu à l'entrée des canaux semi-circulaires, ses *éléments primitifs*, car il naît par trois racines distinctes (1), s'*isolent* et se divisent de nouveau en trois branches, une pour chaque canal.

Et c'est la branche nerveuse qui pénètre dans chaque canal qui est la *partie active* du canal, la partie dont la section produit l'effet, la partie

c'est-à-dire sur des mammifères, animaux dans lesquels le limaçon est en effet beaucoup plus développé. J'ai détruit, sur plusieurs lapins, le limaçon sans toucher au vestibule. L'ouïe a été détruite ; et les mouvements singuliers qui suivent la section des canaux semi-circulaires n'ont point paru. Le limaçon est donc le *vrai siége* du sens de l'ouïe.

(1) Le *vrai nerf acoustique*, le *nerf du limaçon*, n'a, au contraire, qu'une seule racine. Cette racine est postérieure, et se porte, par-dessus le *corps restiforme*, jusqu'à la ligne médiane du quatrième ventricule.

CHAPITRE XXXI.

FORCES MODÉRATRICES DES MOUVEMENTS.

—

§ Ier.

I. En décrivant, dans les trois précédents chapitres, les effets qui suivent, d'une part, la section des canaux semi-circulaires, et, de l'autre, la section des *fibres opposées* de l'encéphale (1), j'ai dit que la section de tel ou tel canal, que la section de tel ou tel genre de fibres *détermine* tel ou tel mouvement.

II. Ce mot *détermine* n'est peut-être pas tout-à-fait exact. Je me serais exprimé d'une manière plus juste, en disant que la section *laisse éclater* le mouvement (2).

(1) Ou dirigées en sens opposé.

(2) M. Chevreul, dans une savante et profonde analyse de mes expériences, a déjà dit : « C'est l'*absence* de ces canaux, et non » leur *présence*, qui est la cause des phénomènes si singuliers » décrits par M. Flourens : c'est donc hors de ces canaux qu'il faut

III. En effet, l'action des *canaux semi-circulaires* et des *fibres opposées* de l'encéphale est beaucoup plus une action qui *modère*, une force qui *régit*, qui *contient*, qu'une force qui *pousse* et qui *détermine*.

IV. Tant que les *canaux semi-circulaires* et les *fibres opposées* de l'encéphale sont *entiers*, les mouvements sont *modérés* ou *contenus;* au contraire, dès qu'on coupe, dès qu'on blesse les *canaux semi-circulaires* ou les *fibres opposées* de l'encéphale, les *mouvements impétueux* éclatent.

V. Il y a donc dans les *canaux semi-circulaires*, il y a dans les *fibres opposées* de l'encéphale, une force qui *contient* et *modère* les mouvements.

§ II.

I. Et cette force se compose de plusieurs forces. Il y a, dans les *canaux semi-circulaires* et dans les *fibres opposées* de l'encéphale, plusieurs forces qui *contiennent* et qui *modèrent*. Il y a autant de *forces modératrices* distinctes qu'il y a de mouvements opposés possibles.

II. L'animal se meut en avant, en arrière, à

» chercher cette cause; et dès lors il faut les considérer, non comme » des organes qui *produisent* les phénomènes en question, mais » comme des organes qui les *empêchent*, au contraire, de se manifester. » *Journal des Savants*, année 1831, p. 10.

droite, à gauche, il tourne sur lui-même, etc.; et il y a autant de *forces modératrices* opposées qu'il y a de ces mouvements divers.

III. Si vous considérez les canaux semi-circulaires, le canal *antérieur* (1) *modère* les mouvements d'arrière en avant; le canal *postérieur* (2), les mouvements d'avant en arrière; le canal *horizontal*, les mouvements de gauche à droite et de droite à gauche.

IV. Si vous considérez les fibres de l'encéphale, les fibres *postéro-antérieures* (3) *modèrent* les mouvements en avant; les fibres *antéro-postérieures* ou *rétrogrades*, les mouvements en arrière; les fibres *transverses*, les mouvements de rotation, de tournoiement, les mouvements de gauche à droite e de droite à gauche.

V. Il y a donc, soit dans les canaux semi-circulaires, soit dans les fibres de l'encéphale, autant de *forces modératrices* opposées qu'il y a de directions principales ou cardinales des mouvements (4).

(1) Ou dirigé d'arrière en avant.

(2) Ou dirigé d'avant en arrière.

(3) Ou dirigées d'arrière en avant.

(4) *Voyez*, sur les directions principales des mouvements et sur les forces qui les produisent, ce que dit M. Magendie dans un article très remarquable, intitulé : *Influence du cerveau sur les mouvements. Précis élément. de physiologie.* T. I, p. 402. Paris, 1833.

§ III.

Le système nerveux n'est donc pas seulement le *principe excitateur* des mouvements ; il en est le principe *régulateur*; il en est le principe *modérateur*. Et remarquez que chacun de ces effets, l'effet *excitateur*, l'effet *régulateur*, l'effet *modérateur*, est produit par une partie distincte.

II. L'effet *excitateur* est produit par toutes les parties du système nerveux qui, étant piquées ou irritées, provoquent immédiatement des contractions musculaires, par la moelle épinière, par la moelle allongée, par les nerfs.

L'effet *régulateur* émane du cervelet.

L'effet *modérateur* réside enfin, tout à la fois, et dans les *canaux semi-circulaires*, et dans les *fibres opposées* de l'encéphale.

§ IV.

I. Il y a donc, dans le système nerveux, des parties qui *excitent* le mouvement ; il y en a d'autres qui le *modèrent* ; il y en a une qui le *régularise* et le *coordonne*.

II. A considérer le système nerveux dans l'en-

semble de ses forces et de ses actions, on voit d'abord que la moitié à peu près du système est affectée à la *motilité*, et l'autre moitié à la *sensibilité*.

III. Des belles recherches de M. Bell, il suit, comme nous avons vu, que chaque nerf (1) est composé de deux nerfs, l'un pour le sentiment, l'autre pour le mouvement; que la moelle épinière est composée de deux moelles, l'une pour la sensibilité, l'autre pour la motilité : le système nerveux se compose donc de deux moitiés, et de deux moitiés à peu près égales, l'une pour la sensibilité et l'autre pour la motilité.

Au-dessus de ces deux moitiés du système nerveux sont le *grand* et le *petit cerveau*, le *cerveau antérieur* et le *cerveau postérieur*, le *cerveau proprement dit* et le *cervelet* (2) : le cerveau proprement dit, siége de l'intelligence, et le *cervelet*, siége du principe qui règle et coordonne les mouvements.

Entre la moelle épinière et l'encéphale, est le point *central* du système nerveux; ce point au-

(1) Du moins chaque nerf de la moelle épinière, plus la cinquième paire de l'encéphale. *Voyez* l'ouvrage de M. Bell: *The nervous system of the human body*, etc. 1836.

(2) On a successivement donné tous ces noms à ces deux organes.

quel il faut que toutes les autres parties tiennent pour vivre, dont il suffit qu'elles soient détachées pour mourir, et qui est tout à la fois et le *principe du mécanisme respiratoire* et le *nœud vital du système*.

Enfin, dans les *canaux semi-circulaires* et dans les *fibres opposées* de l'encéphale, résident les *forces modératrices* des mouvements.

tion propre de chaque partie, il est évident qu'il ne pourra obtenir cette fonction propre, dégagée de toute autre, qu'autant qu'il aura d'abord isolé ou dégagé de toute autre la partie même de laquelle cette fonction dépend.

II. Or, je le répète, c'est là ce qui ne pouvait être fait par aucune des méthodes d'expérimentation employées jusqu'à moi.

III. On se contentait de répéter, depuis des siècles, des expériences incomplètes; on multipliait, on reproduisait, sans fin, des résultats confus; et personne ne voyait que, pour arriver à des résultats précis et distincts, c'était la méthode expérimentale même qu'il fallait d'abord changer et refaire.

IV. Et cette méthode qui met à nu toutes les parties d'un appareil pour permettre à l'expérimentateur d'atteindre séparément chacune de ces parties, je ne l'ai pas seulement appliquée à l'encéphale, je l'ai appliquée à l'oreille, et principalement aux *canaux semi-circulaires*.

V. Ces canaux sont enveloppés par un os: il m'a fallu les dégager d'abord de cet os, comme, dans mes expériences sur le cerveau, il m'avait fallu d'abord dégager ce cerveau du crâne; et ces canaux, et ce cerveau, une fois mis à nu,

j'ai pu atteindre séparément, et à volonté, et à coup sûr, chacune de leurs parties, et démêler ainsi le rôle propre de chacune d'elles.

§ III.

I. Je reviens à mes expériences sur l'encéphale.

Je l'ai déjà dit : tout, dans ces expériences, consiste à isoler les parties pour isoler les fonctions.

Avec les méthodes employées avant moi, on n'était jamais sûr de n'intéresser qu'une partie donnée ; on n'était donc jamais sûr, avec ces méthodes, d'obtenir une fonction propre.

II. Pour donner une idée de la manière dont on a conçu et pratiqué, pendant si long-temps, les expériences sur l'encéphale, je vais citer ici deux ou trois de celles de Rolando, c'est-à-dire de celles-là mêmes dont on a le plus parlé à propos des miennes.

Rolando dit : « J'ai observé qu'après avoir dé-
» chiré tantôt les tubercules bijumeaux, tantôt
» une portion des couches optiques, il se mani-
» festait des phénomènes qui démontraient que
» les muscles de l'animal ne se mouvaient plus en
» sens direct, mais avec une espèce d'irrégularité

» tout-à-fait semblable aux mouvements d'un » homme ivre (1). »

Rolando dit encore : « Après avoir trépané les » deux os pariétaux d'une poule avec une espèce » de petite spatule, j'emportai de chacun des hé- » misphères du cerveau une grande quantité de » la substance cendrée qui entre dans leur com- » position. L'animal paraissait *souffrir* un peu dès » le principe; mais après une vingtaine de mi- » nutes il commençait à *marcher*, à *boire*, et à » *manger* quelques miettes de pain : il était néan- » moins un peu étourdi et comme dans un *état* » *d'ivresse;* et quand il voulait prendre une miette » de pain, *il se trompait facilement, et ne pou-* » *vait parvenir à la saisir qu'après avoir donné* » *deux ou trois coups de bec* (2). »

Enfin dans une autre expérience sur les hémisphères d'un coq, Rolando dit : « A mesure que » j'attaquais plus profondément ces parties, l'a- » nimal devenait stupide et restait plus calme. A » la fin, il s'assoupit, se coucha par terre pendant » quelque temps : une heure après, il se releva, » restant sur ses pieds immobile comme une sta- » tue; et il n'y avait ni bruit, ni aliments, ni eau,

(1) *Voyez* le *Journal de physiologie expérimentale*, de M. Magendie; avril 1823.

(2) *Ibid.*

» ni piqûres, qui pussent lui faire faire le plus » petit mouvement (1). »

III. Voilà donc trois expériences : dans l'une, l'*ivresse* dérive des couches optiques et des tubercules bijumeaux; elle dérive des hémisphères cérébraux dans l'autre. Dans l'une, la mutilation des hémisphères cérébraux produit l'*assoupissement* et l'*immobilité;* dans l'autre, elle produit l'*ivresse.* Dans l'une, l'animal est *stupide* et *calme* durant la mutilation, et il paraît *souffrir* dans l'autre; dans l'une enfin, ni le *bruit*, ni les *aliments*, ni l'*eau ne peuvent faire faire à l'animal le plus petit mouvement;* dans l'autre, l'animal *boit* et *mange.*

Ainsi, tantôt, selon Rolando, les lobes cérébraux produisent l'*assoupissement*, et tantôt ils produisent l'*ivresse;* quelquefois l'animal est *stupide* et *calme;* quelquefois il *souffre*, et puis il *boit* et *mange :* enfin, c'est tantôt des couches optiques, tantôt des tubercules bijumeaux, tantôt des lobes cérébraux que le phénomène de l'*ivresse* dérive.

Rolando confond donc tous les phénomènes, comme il confond tous les organes d'où ces phénomènes dérivent; et cela parce que sa méthode

(1) *Ibid.*

n'isole rien. Avec une *méthode isolatrice*, il eût vu que l'assoupissement tenait à la lésion des lobes cérébraux; l'excitation des contractions musculaires, à la lésion des tubercules bijumeaux ou quadrijumeaux; l'ivresse ou le désordre des mouvements, à la lésion du cervelet.

§ IV.

I. La première condition est donc d'isoler les parties.

II. La seconde est, dans certains cas, d'enlever les parties en entier.

III. On a vu en effet qu'une portion, même très limitée, des lobes cérébraux, suffit à l'exercice de leurs fonctions. On a vu, de plus, qu'il suffit de conserver l'un des deux lobes pour que l'intelligence entière soit conservée.

IV. Or, avant moi, on n'enlevait jamais les lobes cérébraux en entier; on se bornait à les mutiler tantôt un peu plus, tantôt un peu moins; souvent même on n'en mutilait qu'un.

Et l'on voit assez tout ce que devait laisser de vague et d'incertain dans les résultats, une manière d'opérer aussi incomplète.

§ V.

I. Je viens de dire qu'on se bornait à *mutiler* les diverses parties du cerveau, sans les enlever en entier.

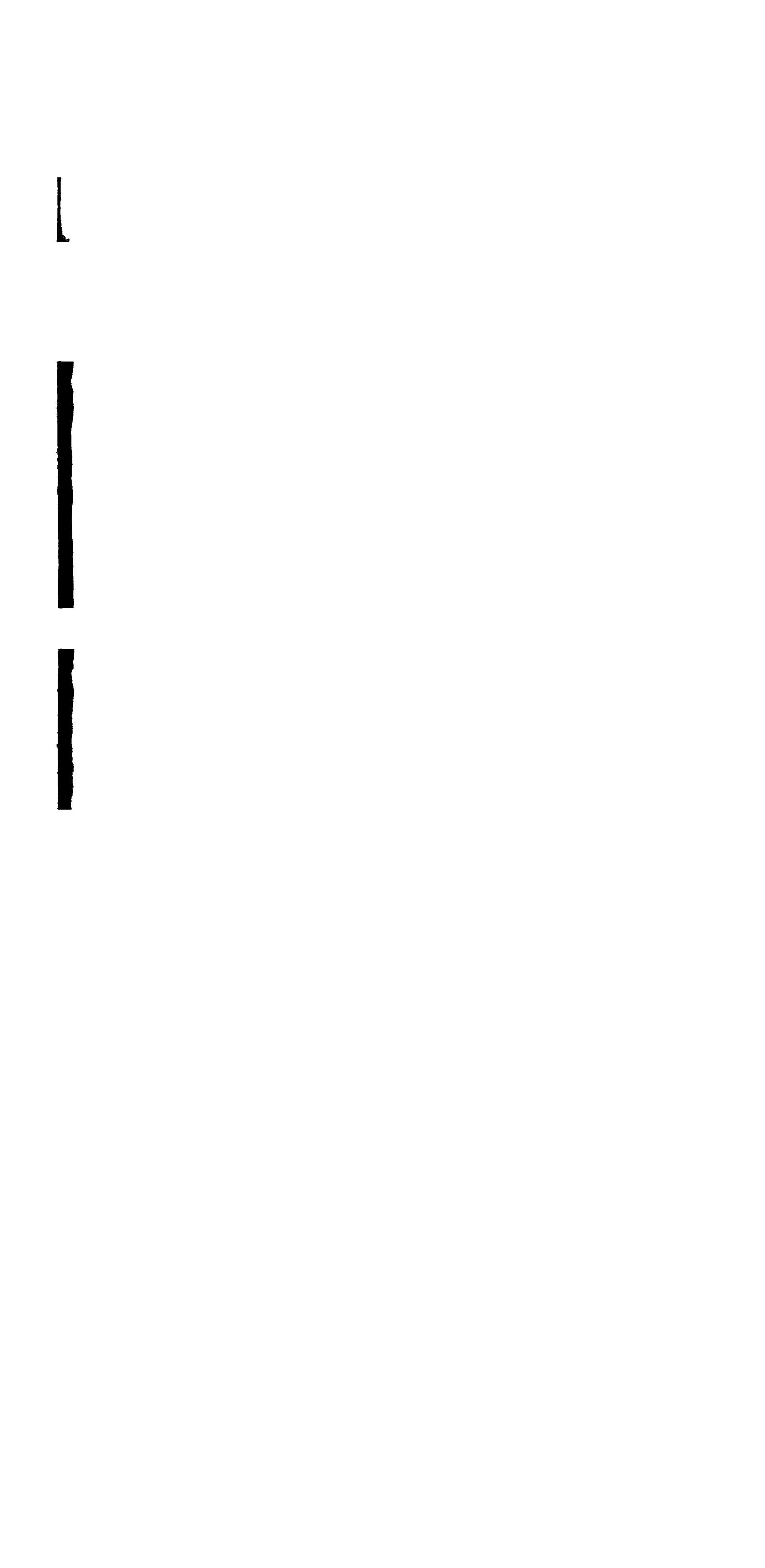
Et il ne faut pas oublier qu'on ne les *mutilait* jamais que par une ouverture, plus ou moins étroite, pratiquée au crâne.

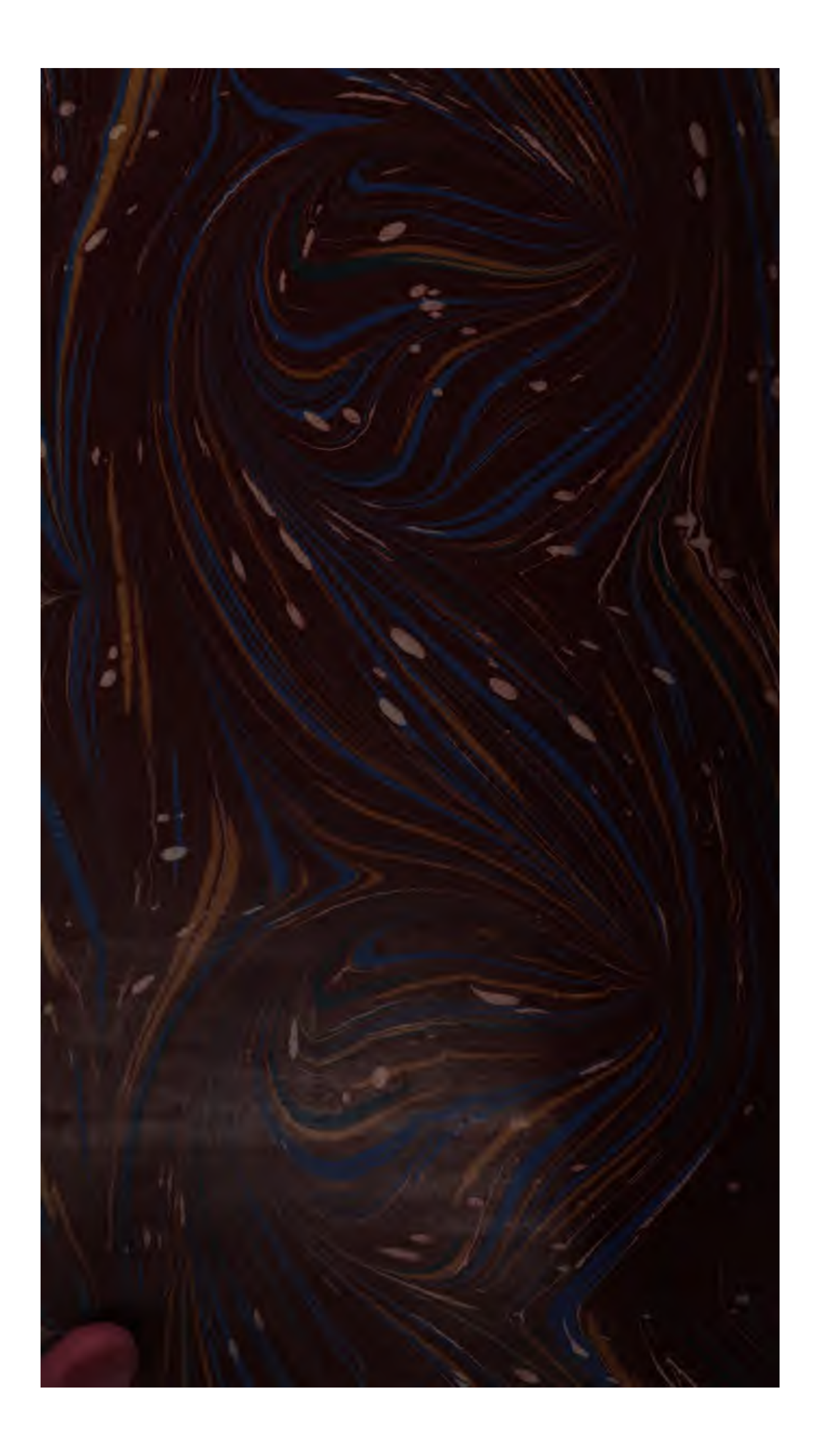
II. Or, en n'agissant ainsi sur les diverses parties du cerveau que par une petite ouverture faite au crâne, non seulement on n'était jamais sûr, comme je le disais tout-à-l'heure, de ne pas intéresser une partie pour une autre, le cervelet pour les lobes cérébraux, la moelle allongée pour le cervelet, etc., mais on compliquait toujours, ou du moins on courait toujours le risque de compliquer les *lésions* ou *blessures directes* par des *épanchements*.

III. Il faut donc prévenir les *épanchements;* et c'est encore là ce que fait ma méthode. En enlevant en effet, comme le veut ma méthode, toute la voûte du crâne pour mettre tout le cerveau à nu, on prévient toujours, à coup sûr, sinon tout épanchement, du moins toute compression possible par les épanchements, c'est-à-dire toute complica-

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE.

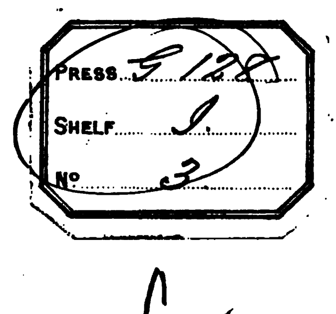









1669 c.
2.9


PRESS 9 128
SHELF 1
No 3







[redacted]

Ueber die Verhältnisse

der

WÄRMEÖKONOMIE DER THIERE

zu ihrer Grösse.

Von

CARL BERGMANN.

Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1847.

Göttingen

bei Vandenhoeck und Ruprecht.

1848.



[redacted]



Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse.

Von

Carl Bergmann.

Die Erscheinung der Warmblütigkeit in der Thierwelt bietet sowohl in Beziehung auf die Mittel, deren die Natur viele in manchfaltiger Zusammensetzung anwendet, um sie zu erzeugen, als auch in Rücksicht auf die Zwecke, welche wir bei einer so feinen Berechnung voraussetzen müssen, der Forschung noch manche Angriffspunkte, weite Felder zu Untersuchungen dar.

Die Physiologie hat sich zunächst und auch in unsern Tagen fast ausschliesslich der Frage zugewandt, woher die Wärme komme? und wir dürfen wohl behaupten, in dieser Beziehung wirklich fortgeschritten zu sein, indem die Gründe für die Annahme einer Entstehung aller thierischen Wärme aus dem Bindungsprocesse des Sauerstoffes der Respiration zugenommen haben, die Zweifel an dieser Ansicht schwächer geworden sind. Diese Ansicht wird ganz einwurfsfrei dastehen, wenn wir im Stande sein werden, die

[redacted]

Verbrennung, welche in einem Thiere in gewisser Zeit geschieht, als völlig im Einklange mit der Wärme nachzuweisen, welche in derselben Zeit in ihm gebildet wird. Dieses Resultat würde man aber ein doppelt erfreuliches nennen dürfen, indem es nicht bloss überhaupt eine bestimmte Antwort auf eine wissenschaftliche Frage wäre, sondern auch zugleich die Zurückführung eines wichtigen Vorganges im Organismus auf einen bekannten physikalischen Process. Der letztere Vortheil würde unter andern fehlen, wenn wir zu der Anerkennung kommen müssten, dass ein Theil der Wärme ein Product der Nerventhätigkeit wäre, ohne dass zugleich der in der Nervenaction enthaltene physikalische Process analysirt würde, was möglicher Weise erst die Aufgabe einer fernen Zukunft sein mag.

Solchen vorherrschenden Richtungen in der Wissenschaft zu dienen, muss auch der sich angelegen sein lassen, den irgendwelche Ursachen etwa auf weniger betretene Wege führen. Dann wird es nicht selten gelingen, das Vernachlässigte als einflussreich auch auf die beliebteren Bestrebungen darzustellen und so den selbstständigen Fortschritt des Individuums mit dem der gleichzeitigen Arbeiter zweckmässig zu verknüpfen.

Diese Betrachtung hat ebensowohl Bezug auf die vorliegende kleine Arbeit, als auf eine andere Mittheilung desselben Verfassers (in Müller's Arch. **1845**. S. **300** ff.), welche hier um so mehr zu erwähnen ist, als eine Bekanntschaft mit derselben für den Leser der folgenden Betrachtungen nöthig zu sein scheint.

Ich ergreife aber auch gern diese Gelegenheit, um besonders auf den wichtigen Punkt hinzuweisen, in welchem jene Mittheilung eine Einwirkung auf die herrschende Richtung der Studien über den Calor animalis in Anspruch nimmt.

Es wurde dort als äusserst wichtiges, neben der Wärmebildung zu dem Resultate der Warmblütigkeit mitwirkendes Moment die Wärmeökonomie hervorgehoben und

speciell auf den Einfluss aufmerksam gemacht, welchen die, innerhalb normaler Verhältnisse bedeutenden, in der Herrschaft des Organismus stehenden Schwankungen der Temperatur in Haut und Extremitäten auf die Möglichkeit einer gleichmässigen innern Temperatur haben. Diese bedeutenden und im Groben leicht zu constatirenden Schwankungen hatte die Physiologie ignorirt, und dennoch sind dieselben von entscheidender Wichtigkeit für die Fragen des Tages. Es kommt ja darauf an, zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die Verbrennung, welche in bestimmter Zeit im Körper eines Thieres geschieht, zu der Wärmebildung desselben steht, ob sie für dieselbe genügt oder nicht. — Die Methode, die Wärmebildung zu bestimmen, beruhte aber lediglich auf Bestimmung der Wärmeverluste. Sie ist deshalb evident falsch. Die Wärmeverluste könnten nur dann stets und für jeden beliebigen, auch kleinern, Zeitabschnitt als gleich der Wärmebildung angesehen werden [1], wenn

---

[1] Es versteht sich dabei von selbst, dass im Ganzen und Grossen die Wärmeverluste der Wärmebildung gleich sein müssen. Aber nicht in jedem Augenblicke oder kürzern Zeitabschnitte ist diess der Fall. Setzen wir, dass eine längere Zeit hindurch die Wärmebildung sich gleich bleibe, während die Bedingungen der Wärmeableitung schwanken, so treten folgende Fälle ein. Wenn ein Theil dieser Bedingungen sich in der Weise ändert, dass die Wärmeableitung dadurch befördert wird, wenn z. B. die Luft sich abkühlt, so wird die Wärmeableitung eine Zeitlang bedeutender sein, als die Bildung. Dadurch wird nothwendig die Wärmesumme des Körpers vermindert. Aber es steht in der Gewalt des Organismus, durch Modification der Blutvertheilung dieses Sinken der Wärme bloss auf Kosten äusserer Theile geschehen zu lassen. Eben dadurch nun, dass die Temperatur dieser Theile sinkt, nehmen die Wärmeverluste auch allmälig ab, denn sie beruhen unter andern auf der Differenz der Temperatur von Haut und Luft, werden geringer, wenn diese Temperaturen sich einander annähern. Auf diese Weise kann dann nach einiger Zeit wieder das Gleichgewicht eingetreten sein, welches im Ganzen zwischen Wärmebildung und Wärmeverlust Statt finden

[redacted]

der Schulbegriff von der Warmblütigkeit richtig wäre: dass sie eben in Erhaltung einer constanten Temperatur des

---

muss. Diess ist der einfachste Fall, aus welchem sich aber alle andern leicht beurtheilen lassen: dauerndes Sinken der äussern Temperatur, Steigen derselben, entweder auf einen gewissen Grad oder ein länger anhaltendes, Wechsel von Steigen und Sinken (bei welchen der Zustand des Gleichgewichtes zwischen Bildung und Ableitung der Wärme nur momentan eintritt, sogleich aus einem Ueberwiegen des einen in ein Ueberwiegen des andern übergeht) u. s. w. Complicirter wird der Vorgang in der Natur noch dadurch, dass die der Einfachheit wegen vorhin angenommene Constanz der Wärmebildung gar nicht wirklich Statt findet.

Hr. Bischoff hat nun bei Erwähnung und Inhaltsangabe des Aufsatzes, auf welchen ich mich hier beziehe, den Vorwurf ausgesprochen, dass derselbe schwer verständlich sei. Sollte dieser Vorwurf gerecht sein, so würde ich das sehr bedauern. Aber Bischoff's Auctorität überzeugt mich in diesem Falle noch nicht. B. hat mich allerdings nicht verstanden. Aber das beweist nicht bloss nicht gegen mich, sondern eher gegen B. Was nämlich Hr. B. als Inhalt meines Aufsatzes anführt (Müll. Arch. 1846. Jahresber. S. 108 f.), ist nicht bloss diesem Inhalte nicht entsprechend, sondern ist auch an sich widersinnig. Es geht also hervor: entweder hat der Hr. Referent die Sache selbst nicht durchdacht, und dann kann er nicht verlangen, meine Darstellung zu verstehen, oder derselbe hat zwar die Sachverhältnisse erwogen, aber nicht die Schwierigkeiten des Ausdruckes in einem so complicirten Verhältnisse, und dann steht ihm kein Urtheil über meine Darstellung zu. Hätte ich das gesagt, was Hr. B. als meine Ansicht ansieht, und hätte Hr. B. diese überlegt, so musste derselbe mir nicht Unklarheit, sondern Unsinn vorwerfen. Wer jenen Aufsatz mit Ueberlegung liest, wird sich leicht überzeugen, dass dessen Resultat sich nicht in solche, vielleicht überhaupt nicht in so kurze Worte fassen lässt, als Hr. B. versucht hat. — Ich sage diess ohne Bitterkeit und wünsche, dass es auch so aufgenommen werden möge. Ich wünsche das um so lebhafter, als ich schon früher Grund fand, mich unzufrieden mit B's Benehmen gegen meine Arbeiten auszusprechen (Müller's Arch. 1847. S. 33. Anmerkung), und es doch als eine wahre Widerwärtigkeit empfinde, mich in solcher Weise gegen einen so achtungswerthen Forscher erklären zu müssen.

ganzen Körpers bestehe, denn alsdann würden Wärmebildung und Wärmeverluste einander in jedem Augenblicke gleich sein müssen. Mit diesem Begriffe zugleich fallen auch die Folgerungen. Liebig, von physiologischen Vorurtheilen nicht eingenommen, traf ziemlich das Rechte, wenn er annahm, dass die Thiere, deren Wärmeverlust man bestimmte, sich in dem Apparate abgekühlt haben konnten. Sie hatten dann mehr Wärme ausgegeben, als gebildet, und die respiratorischen Werthe, die Quantität des gebundenen Sauerstoffs konnten nicht hinreichen, die aufgefangene Wärme zu erklären. Liebig's Annahme aber fand bei Physiologen, welche dem herkömmlichen Begriffe trauten, natürlich keine Aufnahme, wurde als unphysiologisch, als nicht übereinstimmend mit dem Wesen der Warmblütigkeit verworfen, und es musste allerdings erst auf die partiellen Abkühlungen warmblütiger Thiere hingewiesen und dieselben in ihrer Bedeutsamkeit erkannt werden, ehe die Physiologie das Wahre in jener Behauptung Liebig's anerkennen konnte. Denn Liebig sprach allerdings von einer Abkühlung des Thieres im Allgemeinen, welche auch wir nicht zugeben

---

Die Jahresberichte, deren sich unsre Wissenschaften gegenwärtig erfreuen, sind sehr verdienstliche und schwierige, zugleich aber auch sehr verantwortliche Arbeiten. Es ist ein grosses Interesse dabei, sie möglichst frei von menschlichen und wissenschaftlichen Schwächen zu wissen, und so wird man, je höher man sie stellt, um so weniger Ausstellungen zurückhalten, welche man nach reiflicher Ueberlegung gegründet findet. — Desshalb erlaube ich mir hier auch noch zu bemerken, dass es mir scheint, als hätte in einer, wenn auch sehr ökonomischen, Anzeige jenes Aufsatzes in seinem Verhältnisse zum Bestande der Wissenschaft, wohl erwähnt werden können, dass eben die, für das Verständniss der Warmblütigkeit und der Oekonomie des Calor animalis so wichtigen Temperaturschwankungen in Haut und Extremitäten, so leicht sie zu constatiren sind, von der Physiologie doch bis dahin gänzlich ignorirt waren. Factum und Deutung waren für die Wissenschaft neu.

[redacted]

können. Mögen aber die Abkühlungen partiell oder allgemein sein, jene Experimente werden immer dadurch unbrauchbar für eine genaue Bestimmung der Wärme, welche ein Thier gebildet hat [1]).

Diese Nachweisung wird um so wichtiger, da man ohne dieselbe, wie auch oft geschehen, nur an die Fehlerquellen denken konnte, welche in nicht vollständiger Auffangung der von dem Thiere verlornen Wärme bestanden. Jede Correction dieser Fehler musste natürlich das Resultat noch ungünstiger für die Ansicht stellen, welche die Ursache der Wärmeentbindung in der Respiration sucht.

Im Folgenden habe ich abermals auf Beziehungen des Calor animalis hinzuweisen, welche noch nicht berücksichtigt wurden, und hoffe, dass es dieser Mittheilung verziehen wird, dass sie nach manchen Seiten hin nur noch unsichere Fingerzeige geben kann, wenn es auf der andern Seite gelingt, einige recht wichtige Verhältnisse in ein neues Licht zu bringen.

Für den Grad von Wärme, um welchen ein Thier sich über seine Umgebung zu erheben vermag, ist *das Verhältniss seines Volumens zu seiner Oberfläche* natürlich von grosser Wichtigkeit.

---

[1]) Vgl. Kohlrausch: Physiologie und Chemie in ihrer gegenseitigen Stellung. Göttingen 1844. S. 32 ff. K. sagt S. 37—38: „Es ist ja grade das interessanteste Resultat der vielfachen Untersuchungen, dass die warmblütigen Thiere unter den verschiedensten äussern Verhältnissen ihre Eigenwärme mit sehr unbedeutenden Schwankungen constant erhalten.“ Diess ist falsch, wie ich gezeigt zu haben hoffe, aber es ist der Schulbegriff. Ich hoffe, dass die Warmblütigkeit nicht minder *interessant* geworden ist, dadurch, dass diese mystische Fähigkeit, die Wärmebildung stets so genau den Verlusten anzupassen, verloren gegangen, und dadurch die Warmblütigkeit begreiflicher geworden ist.

Die Oberfläche ist ein einfacher und genau zu ermittelnder Factor für die Wärmeverluste, dessen Werth, zusammengenommen mit der Beschaffenheit dieser Oberfläche (Bedeckung mit Haaren u. s. w.), der Differenz zwischen Temperatur des Thieres und des umgebenden Mediums und Beschaffenheit dieses Mediums (ob es Luft oder Wasser ist) die Wärmeverluste bestimmt.

Das Volumen des Thieres dagegen wird als ein Maass für die mögliche Wärmebildung betrachtet werden können. Gewiss ist in gleichem Volumen sowohl verschiedener Thiere als auch desselben Thieres zu verschiedener Zeit die Wärmebildung sehr verschieden. Aber man wird es nicht gewagt finden, wenn wir annehmen, dass es für die Wärmebildung ein Maximum gebe, in der Art, dass ein gewisses Quantum animalischer Substanz im lebenden Körper nicht im Stande ist, mehr als ein gewisses Quantum Wärme in einer gegebenen Zeit zu liefern.

Nun vergrössern oder vermindern sich ja der cubische Inhalt von Körpern und die Ausdehnung ihrer Oberfläche nicht nach demselben Verhältnisse, sondern, wenn wir die einzelnen Dimensionen eines Körpers z. B. sämmtlich im Verhältnisse von 1 zu 2 vergrössern, so wächst die Oberfläche von 1 zu 4 und der cubische Inhalt von 1 zu 8.

Es ist also entschieden, dass die Thiere, je grösser sie sind, um so weniger Wärme im Verhältniss zu ihrer Grösse zu bilden brauchen, um eine gewisse Erhöhung ihrer Temperatur über die der Umgebung zu gewinnen.

Dieses Gesetz muss von grossem Einflusse auf die Lebensweise der warmblütigen Thiere sein. Wollten wir ein Thier bloss nach allen Dimensionen gleichmässig vergrössern, in demselben Verhältnisse seine respiratorischen Functionen steigern, und dabei die äussern Bedingungen der Wärmeableitung (Pelz u. dgl.) dieselben sein lassen, so würde das Thier wärmer werden müssen. Wir finden das aber in der Natur nicht, die warmblütigen Thiere haben in ihren innern

Theilen Temperaturen, welche wenig von einander abweichen, am wenigsten sind die grössern durchschnittlich wärmer als die kleinern, sondern eher findet das Umgekehrte Statt. Wir haben also für warmblütige Thiere von verschiedener Grösse verschiedene Veranstaltungen nöthig, durch welche sie, ungeachtet ihrer Grössenverschiedenheit, jene Aehnlichkeit der Temperaturen erlangen.

Es giebt diese Betrachtung einen Maassstab zur Hand, nach welchem sich Manches von der gewaltigen Verschiedenheit in den Körpergrössen und sonstigen Beschaffenheiten, sowie der Lebensweise der Warmblüter in einer bestimmten Weise wird deuten lassen, wenn man dabei die zu erreichende Warmblütigkeit als Zweck unterlegt. Einige Beispiele werden im Folgenden vorkommen. Freilich sind gegenwärtig noch zu wenig einiger Maassen genaue Angaben über die Werthe möglich, welche bekannt sein müssten, wenn man die Factoren der Warmblütigkeit für ein Thier genau bestimmen oder verschiedene Thiere in dieser Beziehung vergleichen wollte. Aber ganz im Groben lassen sich doch praktische Folgerungen an diese Betrachtungsweise knüpfen. Wir können immer erwarten, bei grössern Warmblütern die respiratorischen Werthe, auf Gewichtseinheiten des Körpers reducirt, geringer zu finden, als bei kleinern: ein Gramm eines grossen Thieres muss im Allgemeinen weniger athmen, als ein Gramm eines kleineren. So respirirten ja in den angestellten Versuchen Vögel stärker als Säugethiere und waren auch meist kleiner. Bei Vögeln kommt freilich noch die durchschnittlich höhere Temperatur hinzu, welche ihnen normal ist.

Es scheint auch wohl behauptet werden zu können, dass die kleinern Thiere im Allgemeinen verhältnissmässig zu ihrem Körper mehr fressen. Beim Durchsehen von Naumann's Naturgeschichte der Vögel Deutschlands wiederholt sich sehr häufig und namentlich bei kleinern Vögeln die Bemerkung, dass sie sehr gefrässig sind, fast beständig fres-

sen u. dgl. Auch im Allgemeinen ist (Thl. I. S. 91 der von 1822 an erscheinenden Ausg.) von den Vögeln gesagt, dass sie viel fressen, und es ist diess bei ihrem im Allgemeinen kleinern Körper und ihrer dennoch höhern Temperatur im Vergleiche mit den Säugethieren nun wohl zu verstehen.

Auch bei kleinern Säugethieren ist wohl das relative Nahrungsbedürfniss gross, und muss es um so mehr sein, je mehr sie der Kälte exponirt sind. Ich führe nur an, dass Pallas [1]) mehrere Mustelen im Winter futterte und die Quantität ihrer täglichen Nahrung zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ ihres Körpergewichtes fand. Nach den Daten von Valentin [2]) genoss eine Stute im November täglich ungefähr $^1/_{10}$ ihres Gewichtes, und hielt sich dabei (wegen der vorzunehmenden Experimente) natürlich im Stalle auf. Die Bestandtheile der Nahrung, der Werth derselben für die Wärmeerzeugung wäre natürlich für eine genauere Vergleichung nöthig zu kennen. Das Pferd erhielt 60 ℔ Wasser auf 20 ℔ Heu und 4 ℔ Hafer, welche lufttrocken waren. Das Thier wog 855 ℔. — Von den Mustelen, welche Pallas futterte, wurde eine etwas wärmer gehalten. Sie starb schon Anfang Januar. Das Winterhaar fiel schon ab und das Sommerhaar hatte sich darunter gebildet.

Lassen wir jedoch jetzt diese Betrachtungsweise fallen, um zu einer andern überzugehen, welche vielleicht über das Wirken der organischen Natur im Grossen einiges Licht giebt.

Wir können nicht ohne Bewunderung sehen, wie die Natur bei den Schranken, welche ihr der Zweck, eine bestimmte Temperatur zu erreichen, und den Bedingungen, welche ihr das Verhältniss zwischen cubischem Inhalte und Oberfläche auferlegen, dennoch eine so grosse Manchfaltig-

---

[1]) Novae Spp. cett. p. 9.

[2]) Wagner's Hdwb. I. S. 381.

keit von grossen und kleinen warmblütigen Thieren hat er zeugen können. Ja wie zum Spotte unserer Forschung fin den wir die grössten mit den kleinsten warmblütigen Thie ren des Festlandes in gleichen Breitengraden.

Die Mittel zu diesem Zwecke müssen sich sämmtlicl zusammenbegreifen lassen als verschiedene Grade der Wär mebildung in gleichem Volumen thierischer Substanz un verschiedene Grade des Wärmeverlustes in gleichen Theile der Oberfläche.

Wir können uns nun wohl die Frage stellen: Ha sich die Natur in der Anwendung dieser Mittel durch welche ein solcher Reichthum der Schöpfun möglich wurde, irgendwie erschöpft? Hat es ein Wahrscheinlichkeit, dass sie in irgend einem warm blütigen Thiere die grössten oder die kleinste Formen erreicht hat, bei welchen der Plan de Warmblütigkeit noch ausführbar war? Oder is sie diesen Extremen auch nur nahe gekommen?

I.

In dieser Beziehung werfen wir einen Blick auf die, im Gegensatze der warmblütigen, sogenannten kaltblütigen Thier im Vergleiche mit den erstern.

Unsere Kenntniss von der Physiologie der Thiere im Allgemeinen ist hinreichend fortgeschritten, um behaupten zu dürfen, dass diese Gegensätze: warm- und kaltblütig der Sache, welche sie bezeichnen sollen, nicht in wün schenswerthem Maasse entsprechen.

Man ist gegenwärtig wohl sehr allgemein dazu geneigt anzunehmen, dass die Wärmebildung etwas den Thieren ganz allgemein Zukommendes ist. Man kann diese Vermu thung besonders dann nicht wohl ablehnen, wenn man sich zu der Ansicht bekennt, dass die Wärmebildung auf der Respiration, auf der Bindung des Sauerstoffes beruht, welche man für allgemeinen Thiercharakter hält.

Es ist allerdings wahr, dass gewissenhaft angestellte Versuche öfters keine Temperatur im Innern sogenannter kaltblütiger Thiere nachwiesen. Treviranus hat deren gesammelt und auch Berthold [1]) später zu fremden Versuchen noch eigene hinzustellen können [2]). Auch ist diess nicht bloss der Fall gewesen bei solchen Thieren, deren Verdunstung etwa stark abkühlend wirkte, wie bei Schnecken, bei Fröschen (bei welchen Dutrochet die selbsterzeugte Wärme mit dem thermoelektrischen Apparate nachwies, wenn sie sich in einer mit Wasser gesättigten Atmosphäre befanden), sondern auch bei Fischen fanden verschiedene Beobachter keine erhöhte Temperatur. Man wollte dann selbst die Beobachtungen derjenigen verwerfen, welche positive Resultate erhalten hatten. Aber die Kritik ist nicht auf alle diese Erfahrungen und namentlich auf einige neuere nicht anwendbar. De Tessan [3]) fand bei Thunfischen und Haifischen das Herz einige Grade wärmer als das Wasser. Es fallen bei solchen im offenen Meere gefangenen Thieren alle Einwendungen weg, dass dieselben aus wärmern Wasserschichten gekommen sein könnten, als diejenigen, deren Temperatur man bestimmt hatte, was in beschränkten, stehenden Wässern, an den Ufern u. s. w. leicht vorkommen könnte. Ferner ist die Untersuchung des Herzens gerade für die Fische besonders einer jeden andern vorzuziehen. Bei der Bildung

---

[1]) Neue Versuche über die Temperatur der kaltblütigen Thiere. Gött. 1835. Reichliche Zusammenstellung von Beobachtungen über thierische Wärme besonders bei Tiedemann. Physiol. Bd. I.

[2]) Merkwürdig im Vergleiche mit frühern negativen Resultaten sind die Angaben Barkow's über Temperaturen von Schnecken. S. dessen: Der Winterschlaf nach seinen Erscheinungen im Thierreiche. Berl. 1846. Selbst bei winterschlafenden Schnecken wurden eigene Temperaturen beobachtet, obwohl man nach Cap. 8. annehmen müsste, dass bei diesen gar keine Respiration Statt findet.

[3]) Voyage autour du monde sur la frég. la Vénus comm. p. Abel du Petit-Thouars. Physique. Tome V. p. 100. 102. 157. 166.

[redacted]

der Respirationswerkzeuge der Fische muss man annehmen, dass das in ihnen kreisende Blut sehr viel Wärme an das Wasser verliert. Da nun die Bindung des Sauerstoffs durchaus nicht mit der Aufnahme desselben zusammenfällt, so können sehr wohl die Kiemen der kälteste Theil des Fischkörpers und das von den Kiemen in die Arterien gehende Blut das kälteste Blut sein. Dann versteht es sich von selbst, dass es im Herzen besonders warm sein muss, ich würde sagen das wärmste, wenn es nicht denkbar wäre, dass in einzelnen Organen die Wärmeentbindung besonders stark wäre, so dass von ihnen wärmeres Blut als von anderen zum Herzen flösse und sich dort schon abkühlte. Jedenfalls ist das Herz bei den Fischen der beste Ort für Untersuchungen.

Ausserdem empfehlen sich auch die Versuche an grossen Fischen vor denen an kleinen. Wenn die Natur bei den kaltblütigen Thieren jene besondern Mittel nicht anwendet, durch welche sie den warmblütigen ihre gleichbleibende Temperatur der innern Theile verleiht, so werden sie auch im Allgemeinen um so mehr im Stande sein, sich über die Temperatur ihrer Umgebung zu erheben, je grösser sie sind. Es ist ganz klar, wenn wir von der einfachsten Annahme ausgehen, dass zwei übrigens einander in der Organisation sehr ähnliche, nur an Grösse verschiedene kaltblütige Thiere in gleichen Gewichtstheilen das eine so viel Wärme bildet als das andere, so muss das grössere Thier und namentlich in seinen von der Oberfläche entferntesten Theilen wärmer sein als das kleinere.

Also: wenn es sich darum handelt zu constatiren, ob Fische überhaupt Wärme bilden oder nicht, so ist es weit vorzuziehen, recht grosse Exemplare zu wählen.

Endlich bleibt bei negativen Resultaten an Fischen, welche in kleinen Gefässen gehalten waren, die Frage, ob dieselben nicht etwas zu gross für das Gefäss waren, so dass der Uebergang des atmosphärischen Sauerstoffs in das

Wasser der Absorption desselben durch die Kiemen nicht völlig das Gleichgewicht hielt. In diesem Falle konnte sich der Fisch zur Zeit des Versuches in einem Zustande verringerter Respiration befinden. Auch dieser Fehler fällt bei Versuchen wie die von de Tessan weg, und empfiehlt sie im Gegensatze gegen frühere [1]).

Uebrigens darf ich hier anführen, dass auch Berthold, ungeachtet der negativen Resultate seiner Versuche, dennoch die Wärmeentwicklung für etwas allgemein Thierisches hält.

Mit einem Worte also: man kann nicht bloss sagen, dass ein Theil der kaltblütigen Thiere, sondern man darf annehmen, dass sie sämmtlich bei ihrem Lebensprocesse auch Wärme bilden.

Der Unterschied dieser von den warmblütigen Thieren liegt nun auch evident nicht darin, dass sie weniger Wärme bilden. Eine genaue Vergleichung der Wärmequantitäten kann nur angestellt werden, wenn man Gewichtseinheiten eben sowohl wie Zeiteinheiten unterlegt. Es bedarf aber zu einer Anerkennung der aufgestellten Behauptung im Allgemeinen keiner so genauen Vergleichung, weil es ganz handgreiflich sogenannte kaltblütige Thiere giebt, welche unter Umständen sehr viel mehr Wärme in gleichem Volumen bilden, als manche warmblütige. Wie winzig ist das gesammte Volumen der Bienen in einem Stocke, verglichen mit dem eines Elephanten! Dennoch erheben sie die Luft ihrer Behausung sehr bedeutend über die Temperatur der äussern Luft [2]), während die riesigen Pachydermen der

---

[1]) Auch Davy beobachtete neuerlich eine bedeutende Temperatur bei Pelamys sarda, was um so bemerkenswerther ist, als sie mit den Thunfischen so nahe verwandt ist. S. Frorieps N. Nott. 1844. Mai. S. 229 ff.

[2]) Berthold (a. a. O. S. 36.) fand in einem Bienenstocke 26° R., während die äussere Luft 7° hatte. Mehrere Angaben bei Tiedemann. Physiol. I. §. 394.

heissen Weltgegenden sehr gewöhnlich sich weniger über die Temperatur ihrer Umgebung erwärmen.

Eben so wenig, als die Wärmebildung den eigentlichen Unterschied begründet, ist es auch der in den warmblütigen Thieren vorhandene Wärmegrad, die Höhe desselben, welcher sie auszeichnet. Dieses würde gerade durch die Benennung kalt- und warmblütige oder kalte und warme [1]) Thiere ausgedrückt sein, und man könnte sich allerdings vorstellen, dass gewisse Thiere, ungeachtet einer geringern Wärmebildung, dennoch wärmer wären, als andere von gleichem Volumen und höherer Wärmebildung. Es könnte oder kann dieses Resultat erzielt werden durch Wärmeökonomie, warmen Pelz u. dgl., bei den einen, während diese Verhältnisse den andern fehlen.

Aber es ist eben so wenig die vorhandene als die erzeugte Temperatur, von welcher sich das unterscheidende Merkmal hernehmen lässt. Denn der absolute Temperaturgrad ist ja eben für die sogenannten kaltblütigen Thiere so schwankend. Sie nehmen hohe Temperaturen an nach den Umständen, und mancher Käfer, manche Eidechse mag sich in den heissen Strahlen der Sonne auf eine Temperatur erheben, welche ein Warmblüter nicht ertragen würde, oder doch zu einer Wärme gleich den Temperaturen der Warmblüter. Hätte sich unsere Physiologie in Ländern zwischen den Wendekreisen gebildet, so würde man wohl kaum auf die Bezeichnung: kaltblütig gekommen sein. Auch an den Helminthen ist es klar genug, dass sie, so weit ihnen warmblütige Thiere zum Wohnen angewiesen wurden, nicht kälter sein können als diese, und dass es ihrer Natur durchaus zusagen muss, so warm zu sein. (Besteht die Wohnung

[1]) Die Thiere als kalte und warme zu bezeichnen, würde immer schon besser sein, als die üblichen Bezeichnungen. Was soll es, dass man speciell von der Temperatur des Blutes die Bezeichnung hernimmt?

des Helminthen aus einem winterschlafenden Warmblüter, so wird auch der Helminth winterschlafend sein).

Es ist also durchaus anzuerkennen, was mit mehr oder weniger Bestimmtheit schon öfters ausgesprochen wurde: der Unterschied liegt darin, dass bei den Säugethieren und Vögeln durch verschiedene Mittel. eine gleichmässige Temperatur wenigstens der innern Theile erlangt wird, während bei den übrigen zwar auch Wärme, hin und wieder viele Wärme sich bildet, aber ohne jene Veranstaltungen, durch welche zum Behuf möglichst gleicher Temperatur die Wärmebildung nach den Umständen zweckmässig vermehrt oder vermindert, ihre Ableitung vermindert oder vermehrt wird.

Die Werthe der respiratorischen Functionen steigern sich bei warmblütigen Thieren durch kühlere, bei kaltblütigen Thieren durch höhere Temperaturen [1]).

Auf der andern Seite fehlen den kalkblütigen Thieren die Vorrichtungen in den äussern Bedeckungen, durch welche der Organismus der Warmblüter die Wärmeverluste regelt. Man vergleiche einen Fisch und einen Walfisch! Nicht bloss die äussern Bedeckungen bedingen einen mächtigen Unterschied [2]), die unter dicken Hautschichten ausge-

---

[1]) Vgl. Vierordt in Wagner's Handwörterbuch. Art. „Respiration" S. 877 ff. —

Sehr belehrend für die Steigerung des Respirationsbedürfnisses durch höhere Temperaturen bei kaltblütigen Thieren sind die schönen Erstickungsversuche, welche Edwards mit Fröschen anstellte. Es ergab sich durchaus ein sehr rascher Tod bei höhern (bis 42° C.) und ein sehr langsamer bei tiefen Temperaturen (bis 0° abwärts). Bei denselben tiefen Temperaturen erfolgte der Tod aber im Winter noch langsamer als im Sommer. (S. Annales de Chimie et de Phys. tome VIII. S. 225 ff.). —

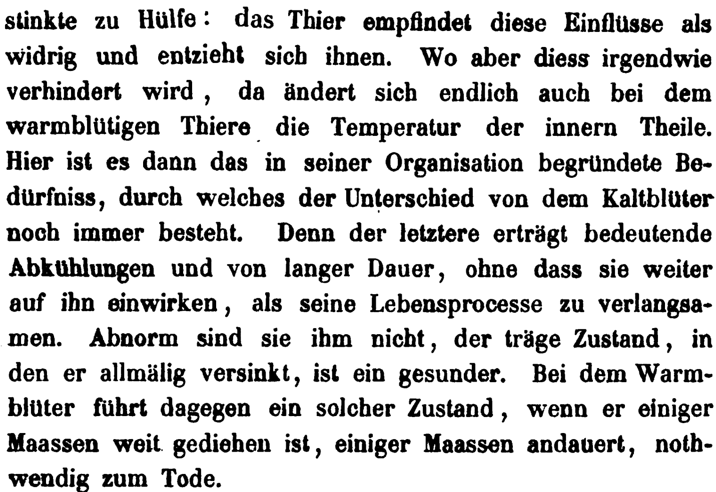
[2]) Interessant ist es, wie tief in verschiedenen Richtungen hier der Mangel der Wärmeökonomie mit der Organisation verwebt erscheint. Bei den Insekten z. B. ist die Wärmebildung ja oft bedeutend. Aber bei ihrem äussern Skelett und dessen nothwendigen Be-

breiteten Fettmassen der Cetaceen, sondern auch die schon früher erwähnte Respirationsweise der *Fische*. Das Blut in den Kiemen wird beständig durch einen Wasserstrom gebadet, welcher die Wärme ganz anders ableitet, als es die Luft vermag, welche die Cetaceen athmen. Es würde in der That eine colossale Wärmeentwicklung dazu gehören, um einen Fisch im Eismeere zu gleicher Höhe mit Cetaceen zu temperiren.

Mit der Vorrichtung zur Bewirkung der gleichmässigen Temperatur trifft denn auch das Bedürfniss derselben zusammen. Ja dieses ist noch bezeichnender als selbst die Fähigkeit. Denn diese Fähigkeit ist immer keine unbedingte. Für gewöhnlich vermag das warmblütige Thier seine Erzeugung und Ausgabe der Wärme so zu regeln, dass es sich innerlich constant warm erhält. Bei erschwerenden äussern Einflüssen, zu grosser Wärme oder Kälte, kommen die In-

---

ziehungen zum Muskelsysteme, ferner bei der Beschaffenheit ihres Kreislaufes dürfte es schwer halten, sich eine Einrichtung zu erdenken, durch welche die Wärmeverluste wie bei den Säugethieren und Vögeln regiert würden, wohin, wie wir früher gezeigt haben, so wesentlich eine Haut gehört, welche durch schlechte Wärmeleitung vom übrigen Körper geschieden, Wärme durch die Blutströme in zweckmässig wechselnder Menge erhält. — Demungeachtet aber hat die Natur, wie sie in den winterschlafenden Säugethieren eine Annäherung an die kaltblütigen Thiere darstellt, so auch unter den Insekten eine Annäherung an die warmblütigen Thiere in den Bienen dargestellt. Bei den winterschlafenden Säugethieren sinkt die Temperatur nicht bloss während des eigentlichen Winterschlafes, sondern auch im gewöhnlichen Schlafe und bei Krankheiten merklich. Die Bienen dagegen haben einen sehr unvollkommnen Winterschlaf, sterben leicht durch Kälte, ersetzen einiger Maassen durch Zusammenleben in Höhlen, was dem warmblütigen Thiere seine Organisation giebt. Immer aber erträgt die Organisation der Biene noch weit bedeutendere Wärmeschwankungen, als im Innern des gesunden warmblütigen Thieres vorkommen. Vgl. hiezu Barkow, der Winterschlaf, besonders Cap. 8.



stinkte zu Hülfe: das Thier empfindet diese Einflüsse als widrig und entzieht sich ihnen. Wo aber diess irgendwie verhindert wird, da ändert sich endlich auch bei dem warmblütigen Thiere die Temperatur der innern Theile. Hier ist es dann das in seiner Organisation begründete Bedürfniss, durch welches der Unterschied von dem Kaltblüter noch immer besteht. Denn der letztere erträgt bedeutende Abkühlungen und von langer Dauer, ohne dass sie weiter auf ihn einwirken, als seine Lebensprocesse zu verlangsamen. Abnorm sind sie ihm nicht, der träge Zustand, in den er allmälig versinkt, ist ein gesunder. Bei dem Warmblüter führt dagegen ein solcher Zustand, wenn er einiger Maassen weit gediehen ist, einiger Maassen andauert, nothwendig zum Tode.

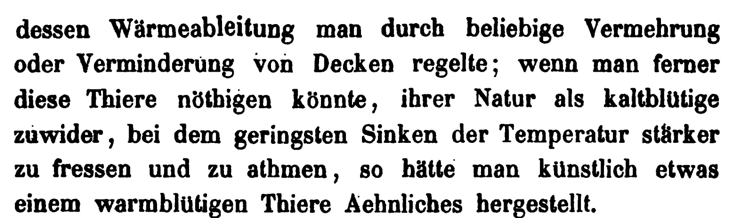
So ist es denn auch dieses Merkmal des Bedürfnisses, durch welches sich gewisse Zustände mancher Säugethiere und Vögel von dem Begriffe der Warmblütigkeit entfernen. Weder die Winterschläfer zur Zeit ihres Winterschlafes, noch auch manche Säugethiere und Vögel in ihren ersten Lebenstagen können eigentlich warmblütig genannt werden. Aber es wäre ungenügend, wenn man dieses Urtheil darauf gründen wollte, dass diese Thierchen leicht bedeutend erkalten; denn, wie schon gesagt, erkalten kann jedes warmblütige Thier, wenn die Wärmeableitung zu stark ist. Das mehr oder minder leicht Erkalten kann aber natürlich keine scharfe Abgränzung ergeben, und es ist um so weniger Gewicht darauf zu legen, als man nicht zweifeln kann, dass auch die unbestreitbar warmblütig zu nennenden Thiere in dieser Hinsicht sehr verschieden begabt sind. Die Thiere Sibiriens haben sehr viel grösseren Schwankungen der äussern Temperatur entgegen zu arbeiten, als die Thiere, welche unter den Tropen und auf Inseln wohnen, und so dürfen wir auch wohl bei den erstern mächtigere Hülfsmittel der Wärmeökonomie vermuthen, als bei den andern.

Also nicht sowohl weil sie leicht erkalten, als weil ih-

nen diess Erkalten nicht abnorm ist, müssen wir manche neugeborne Junge warmblütiger Thiere für nicht warmblütig erklären [1]; natürlich auch nur insoweit diess richtig ist. Diese Beschränkung muss ich wohl hinzusetzen, da es nach den Versuchen von Edwards wohl anerkannt werden mag, dass diese Jungen noch nicht eigentliche Warmblüter sind, ob sie aber den Kaltblütern so gleich zu setzen sind, dass sie für eine längere Zeit bei niedriger innerer Temperatur leben würden, dass also die ihnen zeitweise zugeführte Wärme lediglich für die Beschleunigung der Lebensprocesse, der Entwicklung dient, bleibt wohl zweifelhaft.

Vielleicht dient es zu einer lebendigen Auffassung der Unterschiede warm- und kaltblütiger Thiere, wenn man sich ein Beispiel ausdenkt wie das folgende: Wenn man eine Colonie von Insekten, etwa Bienen, in einem Behälter hätte,

[1]) Es sind hier die bekannten Versuche von Edwards anzuführen (De l'influence des agens physiques sur la vie. p. 132 ff.). E. fand sowohl bei mehreren Vogelspecies, als auch bei blindgebornen Säugethieren, dass die Temperatur bis nahe auf die der Luft herab sank und dieses Sinken betrug z. B. 17° C. — Leider wurden bei den Versuchen von E. nur die äussern Theile auf ihre Temperatur untersucht, worin sich wieder der Nachtheil der verkehrten Vorstellung ausdrückt, als ob die Constanz der Temperatur der Warmblüter normal für alle Theile des Körpers gelte. Ich habe keine Gelegenheit gehabt, vergleichende Untersuchungen darüber zu machen, ob auch andere Lebensverhältnisse, in welchen sich gewisse neugeborne Säugethiere den kaltblütigen Thieren annähern, mit dem eben beregten zusammentreffen, was mir sehr interessant scheint. Man hat es oft schon als einen allgemein geltenden Satz ausgesprochen, dass die Reizbarkeit des Nervensystems bei neugebornen Säugethieren viel länger nach der Enthauptung anhalte, als bei erwachsenen. Doch sind darüber wohl nicht hinreichende Untersuchungen angestellt. Bei Hunden und Katzen habe ich die Erscheinung selbst oft genug gesehen und sehr auffallend gefunden. Sollte sich die Sache aber nicht anders verhalten bei solchen Thieren, welche gleich von Anfang an von der Wärme des Mutterthieres unabhängig sich warm zu erhalten vermögen?



dessen Wärmeableitung man durch beliebige Vermehrung oder Verminderung von Decken regelte; wenn man ferner diese Thiere nöthigen könnte, ihrer Natur als kaltblütige zuwider, bei dem geringsten Sinken der Temperatur stärker zu fressen und zu athmen, so hätte man künstlich etwas einem warmblütigen Thiere Aehnliches hergestellt.

Ist es also die Fähigkeit, unter nicht zu grossen Veränderungen der Wärmeableitung sich eine innere constante Temperatur zu erhalten, eine auf einem grossen Theils erkennbaren Mechanismus beruhende Fähigkeit, ist es ferner das Bedürfniss der innern Organe, dieser constanten Temperatur zu geniessen, wodurch sich die warmblütigen Thiere vor den kaltblütigen auszeichnen, ist die Organisation der letztern gar nicht hierauf berechnet, so scheint es mir weit entsprechender, wenn man diese beiden Abtheilungen des Thierreiches als „gleichwarme" und „wechselwarme" oder „homöotherme" und „pökilotherme" unterscheidet.

Die Bezeichnung der Warmblüter als gleichwarme Thiere dürfte auch noch darin einen Vortheil darbieten, dass sie auch nicht unpassend in der Beziehung auf die Aehnlichkeit der Temperaturen unter den verschiedenen Thieren verstanden werden kann.

Diess letztere ist ein Umstand, in dem wir eine grosse Wichtigkeit ahnen dürfen, und es muss das hier, um das Folgende in's rechte Licht zu bringen, angedeutet werden.

Es versteht sich ziemlich von selbst, den Organisationsplan der gleichwarmen Thiere als den höhern anzusehen. Die Natur hat durch eine feine Combination organischer Thätigkeiten, welche den übrigen Thieren fehlt, den gleichwarmen eine Fähigkeit ertheilt, mit welcher zugleich mancher Zwang verbunden ist. Welcher ist nun davon der Vortheil? muss man natürlich fragen. Im Allgemeinen kann die Antwort auf diese Frage keine andere sein, als dass durch das Gleichbleiben der Wärme der innern Theile auch eine ge-

wisse Gleichheit in der Intensität organischer Processe entweder für den sämmtlichen Wechsel der Jahreszeiten oder wenigstens einen Theil derselben (bei den Winterschläfern) gegeben ist. Dass die gleichwarmen Thiere hierin den wechselwarmen, namentlich den auf dem Lande lebenden überlegen sind, giebt sich in manchen Erscheinungen kund. Bei diesen letztern ist, wo nicht die Species gar den Winter bloss vermittelst der Eier oder Larven überdauert, nicht nur der Winterschlaf Regel, sondern derselbe ist auch wohl nicht, wie bei den gleichwarmen, welche daneben Winterschläfer sind, von dem Sommerleben scharf abgesetzt, vielmehr wirkt auch im Sommer Temperaturerniedrigung hemmend auf den Lebensprocess ein. Diess äussert sich höchst auffallend sowohl in den mehr animalischen Lebensthätigkeiten, als auch in den rein vegetativen. Die verschiedene Lebhaftigkeit wechselwarmer Thiere, die Steigerung derselben bei zunehmender Wärme ist Jedem bekannt. Man braucht nicht Physiologe zu sein, um solche Beobachtungen z. B. an Stubenfliegen gemacht zu haben. Der Einfluss der Wärme auf vegetative Vorgänge wird aber am reinsten am Eie erkannt, wo von Vermittelung durch Nerventhätigkeit noch nicht die Rede sein kann. Die frühesten Metamorphosen des befruchteten Dotters sind in ihren Zeitverhältnissen sehr bestimmbar durch die Wärme. Diesen frühesten Stufen des Organismus kommt aber vielleicht überall der Charakter der Gleichwärmigkeit nicht zu, wenn man von den Vögeln auf die Säugethiere schliessen darf, bei welchen Experimente sich nicht anstellen lassen.

Sieht man diese Betrachtungen im Allgemeinen als richtig an, so muss das auf die weitern Fragen nach einer Analyse dieser Verhältnisse führen: welche Lebensvorgänge denn wohl und auf welche Weise dieselben in der genannten Abhängigkeit von der Temperatur stehen, so dass sie bei den gleichwarmen Thieren stets eine gewisse Temperatur bedürfen, bei dieser dann auch sehr gleichmässig ge-

schehen, während ihr Geschehen bei den wechselwarmen Geschöpfen nicht so durchaus abhängig von der Wärme ist, wohl aber gradweise mit derselben ab- und zunimmt?

Bei dem bekannten Einflusse der Wärme auf chemische Processe und der theils nachweislichen, theils wahrscheinlichen Wichtigkeit chemischer Processe im Leben der Thiere, liegt es nahe, an diese besonders zu denken. Der chemischen Processe, bei welchen im Körper die Wärme nöthig sein kann, giebt es so viele, dass die Wahl schwer wird. Ueberall in den thätigen Organen geschehen ja die Wandlungen der Substanz. Das Nerven- und Muskelsystem, der Verdauungsapparat und die Gefässe sind Sitze chemischer Thätigkeit.

Einiges deutet wohl darauf hin, dass die Centraltheile des Nervensystems bei den warmblütigen Thieren besonders empfindlich für die Einwirkungen der Kälte sind [1]. Aber ich weiss nicht zu entscheiden, inwiefern der lähmende Einfluss der Kälte hier ein direkter oder ein indirekter ist.

Interessant ist jedenfalls das Verhalten der Medulla oblongata, welche im Winterschlafe in Thätigkeit bleibt. Der respiratorische Theil des Nervensystems ist gleichsam wie ein ausgestellter Posten, der für den übrigen Körper wachen muss. In der Lethargie des Winters bleibt sie in mässiger Thätigkeit. Steigt die Temperatur, so geräth sie, wie ich schon früher nach Beobachtungen mittheilte, in eine auffallend erhöhte Thätigkeit: bei zusammengekugelten Haselmäusen, welche ich in der Hand erwachen liess, tritt vor dem Erwachen ein heftiges Athemholen ein, welches dann wohl das Mittel für die Erweckung des übrigen Körpers darbietet.

Nichts ist begreiflicher, als dass auch die Verdauung bei tiefen Wärmegraden leiden muss, da wir ja die künst-

[1]) Wie ich auch in Müller's Arch. 1845. S. 315 anführte. — Vgl. auch: Versuche über den Einfluss der Kälte auf Nervenendigungen und Nervenstämme von E. H. Weber, Müll. Arch. 1847. S. 342 ff.

liche Verdauung so abhängig von der Wärme sehen. Nur können wir die Hemmung dieses Processes nicht als die bewirkende Ursache der anderweiten Störungen ansehen. Sie geht aber mit denselben Hand in Hand. Die Verdauung wird überflüssig bei der Torpidität des übrigen Körpers, und eine andauernde Thätigkeit des Körpers würde wiederum nicht ohne Verdauung Statt finden können. Erinnern muss man hier an die Versuche von Chossat über Inanition [1]). Bei Tauben, welche dem Hungertode nahe waren, sank die Temperatur. Gab man ihnen dann Nahrung, so wurde dieselbe nicht verdaut. Bei Anwendung einer gehörig moderirten künstlichen Wärme hoben sich die Kräfte rasch, die Verdauung stellte sich wieder ein, und es wurde öfters möglich, die Thiere noch zu retten. — Freilich wird auch diess kein so einfaches Factum sein, dass man bloss auf die unmittelbare Beförderung der Einwirkung des Speisesaftes auf die Nahrungsmittel Rücksicht zu nehmen hätte [2]).

Ausser den chemischen Processen dürfen wir auch an die Bewegungen des Flüssigen im Festen uns erinnern, welche eine so wichtige Rolle im Leben spielen.

Bei den wechselwarmen Thieren werden also die Bedingungen des chemischen Processes zum Theil verändert sein müssen. Es ist unbedingt zuzugeben, dass ein solches im Eismeere lebendes Thier eine andere Verdauungsflüssigkeit haben muss, als diejenigen Thiere, deren Verdauung unter dem Einflusse höherer Temperaturgrade geschieht. Und es mögen in dieser Hinsicht selbst unter den wechselwarmen Thieren manche Verschiedenheiten sich finden, je nach der Temperatur, an welche sie von der Natur gewiesen sind.

---

[1]) Annales d. sc. nat. 1843. Später in den Mémoires présentés à l'Ac. cett.

[2]) Ueber die Verdauung im Winterschlafe findet sich ein reichhaltiges Capitel in der angeführten Schrift von Barkow.

Vielleicht darf man auch hoffen, dass die chemische Analyse der Nervensubstanz wichtige Verschiedenheiten solcher Thiere, welche bei tiefen innern Temperaturen ihr volles Leben haben, und solcher, welche bei diesen Wärmegraden unthätig werden, erstarren oder umkommen, ermitteln wird. Könnten solche Verschiedenheiten nicht in den Fettarten liegen, welche in die Zusammensetzung der Nervenmasse eingehen, in deren verschiedenen Gerinnungsgraden? [1])

Paradoxer könnte es vielleicht scheinen, wenn wir Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Thieren auch in Hinsicht auf die Einwirkung der Wärme auf die eben genannten Bewegungen des Flüssigen im Festen vermutheten. Die organische Substanz, in welcher die tränkende Flüssigkeit sich bewegt, ist freilich sehr ähnlich in sehr verschiedenen

---

[1]) Sehr interessant könnte eine weitere Bestätigung einer Notiz werden, welche mir in Lehmann's physiol. Chemie um so mehr auffiel, als ich sie sogleich mit meinen Vorstellungen über die schwankenden Temperaturen der Extremitäten bei den gleichwarmen Thieren combiniren musste. Lehmann sagt (S. 240), dass das Fett aus der Nierengegend schon bei + 25° erstarrt, während das Fett aus den Waden noch bis + 15° flüssig ist. Eine weiche Beschaffenheit des Zellgewebefettes ist für seine Function wesentlich, wenigstens wo es zwischen beweglichen Organen liegt. Das wäre eine teleologische Auffassung, namentlich für die leichter flüssigen Fettarten zwischen den Muskeln von Theilen, welche tiefere Temperaturen erleiden. Vielleicht darf man auch über die bewirkende Ursache dieser Erscheinung eine Vermuthung wagen. Das Hindurchdringen der Fette durch die Gewebe, also die Ablagerung derselben, wird von der Flüssigkeit bedingt sein. Desshalb können wenigstens die schwerer flüssigen Fettarten an der Ablagerung in gewissen Körpertheilen gehindert sein, so lange dieselben eine zu tiefe Temperatur haben. Freilich erklärt diess gar nicht, wesshalb nicht leichter flüssige Fette auch an den constant wärmern Theilen des Körpers sich finden sollten, und erklärt die andere Seite der Sache auch nur halb. Liegt aber auch nur etwas Richtiges darin, so werden weitere Untersuchungen auch schon weiter helfen.

Thieren. Aber eine Differenz der tränkenden Flüssigkeit, schon in Beziehung auf den *Wassergehalt* könnte wichtig sein. Wird nicht eine reichere Lösung organischer Stoffe in ihren Zuständen mehr durch Wärme bedingt sein können? Kann nicht ihr Eindringen in die feste Substanz mehr Wärme erfordern, als das einer dünnern Lösung?

Es ist aber bekannt, wie dünn das Blut der Fische ist, und wie reich dagegen das der Vögel und Säugethiere [1]. —

Kommen wir nun also auf den Satz zurück, dass den gleichwarmen Thieren eine höhere Gleichmässigkeit des Lebens hat gegeben werden sollen, so mag hier noch die Frage gestellt sein, wesshalb denn wohl im Allgemeinen gerade die kleinern unter ihnen, denen die Erreichung der richtigen Temperaturhöhe ohnehin einen bedeutendern relativen Aufwand kostet, noch höhere eigenthümliche Wärme haben mögen, als die grössern?

Vermuthen mögen wir hier, dass eben diese Wärme, wie sie auf der einen Seite als ein zu erreichender Zweck dasteht, auf der andern Seite auch wieder als Mittel fördernd *auf sich selbst zurückwirkt*. Sie mag z. B. einen raschern Verdauungsprocess bewirken, und dadurch wieder das Verbrennungsmaterial reichlicher herstellen u. dgl.

Nach diesen Darstellungen können wir nun aussprechen, in welcher Beziehung die Grössenverhältnisse der Thiere zu deren Ausstattung als gleichwarme oder wechselwarme stehen. Wir setzen voraus:

1) dass die Wärmeerzeugung in einem bestimmten Volumen thierischer Substanz zwar schwanken, bei verschiedenen Thieren und in verschiedenen Zuständen

---

[1]) Beiläufig eine Bemerkung über eine anderweite Beziehung jener Wässrigkeit des Fischblutes. Dieselbe erscheint als wichtig, wenn wir an die Gesetze der Endosmose denken, da das Fischblut namentlich in den Kiemen so sehr in Wechselwirkung mit Wasser gesetzt ist.

eines Thieres sehr verschieden sein kann, doch aber irgend ein Maximum (auch wohl ein Minimum) haben muss, über welches hinauszugehen die Natur der thierischen Materie nicht gestattet;

2) dass auch die Verhinderung der Wärmeableitung ihre Schranken hat.

Zur Begründung des ersten Satzes weiss ich kein weiteres Argument zu bringen. Aber ich glaube, dass man seine Richtigkeit dennoch nicht läugnen wird.

Für den zweiten Satz will ich nur darauf hinweisen, dass es in einer Beziehung schon schwierig, theilweise unmöglich erscheint, den kleinern Thieren, welche einer Ersparung der Wärme im Allgemeinen bedürftiger sein müssen, als die grossen, eine auch nur eben so starke Decke zu geben als diesen. Für die Fähigkeit des Pelzes, die Wärmeverluste zu beschränken, mag immerhin die Qualität des Haares sehr wichtig sein: ein anderer wichtiger Factor ist immer die Dicke desselben. Nun kann aber ein kleineres Thier im Allgemeinen keinen so dicken Pelz tragen, als ein grösseres. Auch diess geht aus dem Verhältnisse von Volumen und Oberfläche hervor. Ein Pelz von gleicher Dicke ist für ein kleineres Thier eine viel grössere Last, als für ein grösseres, beträgt einen viel grössern Bruch des Totalgewichtes. (Wie diess an sich klare Verhältniss sich aber dennoch wieder mit andern Bedingungen des Organismus complicirt, sieht man aus dem Anhange).

Werden diese Vordersätze zugestanden, so muss durch das Verhältniss, dass der (wärmebildende) Inhalt eines Thieres, bei Verkleinerung desselben in stärkerem Maasse abnimmt, als seine (wärmeverlierende) Oberfläche, auch eine unüberschreitbare Kleinheitsgränze für die gleichwarmen Thiere gesetzt sein. Diess ist evident. Aber es muss vor den weitern Folgerungen allerdings die Frage entstehen: ob die Natur in ihren Productionen dieser Kleinheitsgränze nahe gerückt ist, oder sie gar erreicht hat? Da indessen diese

Frage noch an einer andern Stelle zur Besprechung kommen kann, so erlaube man uns vorläufig anzunehmen, dass die kleinsten der gleichwarmen Geschöpfe, die Kolibris, wirklich dieser Gränze nahe kommen.

Ist das nun der Fall, so können wir folgern, dass für die Ermöglichung der ungemeinen Menge noch weit kleinerer Wesen, welche die Natur hervorgebracht hat, ein Theil der Vollkommenheiten der gleichwarmen Thiere aufgegeben werden musste, dass die Organisation der wechselwarmen für diese Formen zur Nothwendigkeit wurde.

Es scheint mir, als könnte man hierin wohl eine theilweise Aufklärung über die Zweckmässigkeit und Nothwendigkeit dieser Verhältnisse erblicken. Es hat nun aber freilich die Natur nach demselben Plane der wechselwarmen Organisation, nach welchem die unzähligen kleinen Thiere aus der so eben erkannten Ursache geschaffen werden *mussten*, auch noch viele gebildet, welche ihren Grössenverhältnissen nach wohl gleichwarme Thiere hätten sein dürfen. Diess muss ich bemerken, damit man mich nicht missverstehe, als habe ich zuviel erklären zu können gemeint. Aber damit, dass jene Erklärung nicht alle wechselwarmen Thiere umfasst, ist sie keineswegs ganz gefallen. Die Natur bildet auf die manchfaltigste Weise Uebergänge, und wir sehen öfter bei einer Naturproduction einen wichtigen Zweck ein, welcher uns erklärt, wesshalb dieselbe (um es recht menschlich auszudrücken) *erfunden werden musste*, ohne dass dieser Zweck jedes Mal vorliegt, wo diese Production sich zeigt. Wäre es nicht verkehrt, wenn man sagen wollte, der wesentlichste Zweck der Behaarung der Säugethiere sei *nicht* die Beschränkung der Wärmeableitung, weil die einzelnen Haare auf der Haut des Menschen, oder der grossen Pachydermen, diesen Zweck nicht erfüllen?

Uebrigens ist es noch vielleicht nicht überflüssig, auf einige Rücksichten hinzuweisen, welche bei Vergleichung

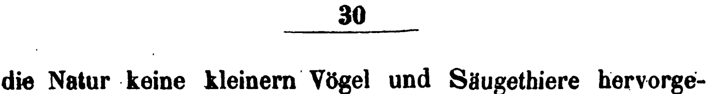
der geringsten Grössen der gleichwarmen Thiere mit den Grössen der wechselwarmen zu nehmen sind. Nach einer gehörigen Beobachtung derselben wird sich finden, dass die Anzahl der wechselwarmen Thiere, welche gross genug wären, um gleichwarm sein zu können, nicht so bedeutend ist, als auf den ersten Blick scheinen könnte.

Es ist nämlich natürlich, bei dieser Vergleichung auf die Verhältnisse, unter welchen die Thiere leben, in der Weise Rücksicht zu nehmen, dass die Grössen der wechselwarmen Thiere nicht überall mit den kleinsten bekannten (und der Gränze möglicher Kleinheit wahrscheinlich nahe liegenden) gleichwarmen (also den Kolibris) zusammengehalten werden, sondern es ist Rücksicht auf das Klima und ganz besonders auf das Medium zu nehmen, in welchem die Thiere leben.

Wenn also z. B. die grosse Mehrzahl der Fische grösser sind als die kleinsten gleichwarmen Thiere, so ist damit nichts gesagt. Denn wir müssen als wahrscheinlich annehmen, dass so kleine gleichwarme Thiere im Wasser durchaus unmöglich wären. Die hoch liegende Kleinheitsgränze der gleichwarmen Wasserbewohner mag hier allenfalls einen Maassstab geben, wiewohl wir nicht genug von ihrer Lebensweise wissen, um uns mit einer bedeutenden Wahrscheinlichkeit dahin auszusprechen, dass die Natur mit ihren kleinsten gleichwarmen Wasserthieren der Gränze möglicher Kleinheit sehr nahe gekommen ist.

Zum Beschlusse dieser Betrachtung noch eine Einwendung, welche sich mir einen Augenblick stellte, welche aber zum Theil schon in dem eben Gesagten beseitigt ist.

Es scheint unverkennbar, dass der Wirbelthiertypus sich zur Erreichung sehr geringer Grössen nicht geeignet hat. Der Abstand zwischen den kleinsten Wirbelthieren und den kleinsten Thieren überhaupt ist noch immer ungeheuer. Die gleichwarmen Thiere sind nun Wirbelthiere, und man könnte fragen, ob nicht bloss darin der Grund liege, dass



die Natur keine kleinern Vögel und Säugethiere hervorgebracht hat, als geschehen.

Wir haben aber eben desshalb vorhin schon gerade die Beispiele von den wechselwarmen Wirbelthieren hergenommen. Eine sehr grosse Anzahl derselben ist unzweifelhaft kleiner, als gleichwarme Thiere in gleichem Klima und Medium sein könnten.

Höchst merkwürdig bleibt das genannte Factum aber immer, dass die Wirbelthiere so weit entfernt von mikroskopischen Grössen bleiben. Worauf beruht das? Wem wird es vergönnt sein, den Schleier dieses Geheimnisses zu heben?

II.

Nach dieser Untersuchung über den Einfluss der Grössenverhältnisse auf die Verschiedenheit des Organisationsplanes der Thiere als gleichwarme und wechselwarme, lassen wir noch die andere folgen, ob überhaupt und inwieweit die Grössen der gleichwarmen Thiere durch die erörterte Beziehung zwischen Grösse und Gleichwärmigkeit in ihren Extremen begrenzt erscheinen?

Es ist aus dem Vorigen klar, dass man das Verhältniss zwischen Volumen und Oberfläche als ein wichtiges Glied in dem causalen Complex zu betrachten hat, welcher die bestimmte Temperatur der Homöothermen hervorbringt. Sind Volumen und Oberfläche einerseits gegeben, so müssen die beiden andern Factoren, die relative (auf Volumseinheiten bezogene) Wärmeentbindung und die Ableitungsbedingungen sich darnach richten, und wenn dann noch einer dieser Factoren bestimmt ist, so ist der andere ebenfalls gegeben. Die Grössenverhältnisse der Homöothermen können natürlich nur insoweit variiren, als es die möglichen Verschiedenheiten jener beiden andern Factoren erlauben.

Aus den wirklich vorhandenen Grössenverschiedenheiten können wir dann umgekehrt erkennen, in wie ausgedehntem

Maasse die Natur diese beiden Factoren zu modificiren im Stande ist.

Die Wandelbarkeit des einen derselben, der relativen Wärmeentbindung, muss auf Qualität und Quantität der Nahrung beruhen, und wird vielleicht auf noch einfacherm Wege aus den Respirationsproducten zu beurtheilen sein. Künftige Untersuchungen, bei denen etwa Thiere von noch bedeutendern Grössenverschiedenheiten gewählt würden, bekommen nun ein neues Interesse.

Im Allgemeinen mehr zu Tage liegend, dabei aber gewiss viel schwieriger für bestimmte Thiere auf bestimmten Ausdruck zu bringen, sind die verschiedenen Bedingungen der Wärmeableitung: Hautwärme und Verdunstung, Beschaffenheit des Pelzes u. s. w., Klima, Lebensweise innerhalb desselben, Medium, in welchem sich die Thiere aufhalten.

Jemehr nun die Wärmeableitung beschränkt, die Wärmebildung erhöht ist, um so kleiner, und jemehr das Gegentheil Statt findet, um so grösser muss das Thier sein; wir können uns denken, dass die Natur über gewisse Grössenverhältnisse nicht hat hinausgehen können, weil es in den Verhältnissen der Wärmeableitung und Wärmebildung gewisse unüberschreitbare Extreme gäbe. Bei den Thieren, deren Grösse zwischen beiden Extremen liegt, müssten dann die beiden Factoren in verschiedenen Verhältnissen sich finden. Da aber ein jeder von beiden wieder das Resultat einer Reihe von Umständen ist, so wird neben einer einfachen strengen Formel eine grosse Manchfaltigkeit aus der verschiedenartigen Combination dieser Umstände begreiflich.

Wir können nun die Untersuchung, ob die Natur in ihren wirklich vorliegenden Schöpfungen irgendwo beschränkt erscheint, weil die Mittel zur Modification der Wärmebildung und Ableitung in der einen oder andern Richtung erschöpft waren, in verschiedener Weise führen, je nachdem wir sie mehr allgemein halten, oder eine oder die andere nähere Bedingung hinzusetzen.



Es kann sich hiernach, was ich vorzutragen wünsche, in drei Unterabtheilungen gliedern.

1.

Wenn wir zunächst fragen, ob überall in der bezeichneten Weise Extreme der Grösse erreicht worden sind oder nicht, so haben wir uns nur nach den grössten und kleinsten homöothermen Geschöpfen umzusehen und deren Lebensbedingungen zu prüfen.

Es ist hiernach nun schon wichtig, dass wir allerdings die grössten Thiere, die Wallfische, unter solchen Verhältnissen finden, welche die Wärmeableitung in sehr hohem Grade steigern müssen.

Aber es ist wohl mit einiger Sicherheit zu behaupten, dass hier dennoch das von uns gesuchte Extrem noch nicht vorhanden ist.

Denn dieses Extrem müsste genau genommen da und nur da gefunden werden können, wo die äussersten Kältegrade, welche in der See möglich sind, vorkommen.

Man wird es aber vielleicht schon von vornherein unwahrscheinlich finden, dass unter solchen Umständen das Leben derjenigen wechselwarmen Thiere, von welchen die grossen Cetaceen sich ernähren müssen, seine hinreichenden Bedingungen fände.

Es dürfte also sehr wohl der Nahrungsmangel, also eine fremdartige Bedingung sein, welche es verhinderte, dass die Natur bei irgend einem homöothermen Thiere die höchste auf der Erde mögliche Wärmeableitung anwendete.

Ausserdem aber leben schon die grossen Cetaceen, wenn auch weit gegen die Pole hin, doch nicht so sehr auf diese hohen Breiten beschränkt, dass man sie in unserm Sinne für ein unüberschreitbares Grössenextrem halten könnte.

Somit mögen wir ohne Schaden von den anderweiten Untersuchungen ganz schweigen, inwieweit die Nahrung dieser Thiere mehr oder weniger zur Entbindung von Wär-

me geeignet, ihre Hautbedeckungen zur Ableitung derselben geschickt erscheinen. Es würde darüber ja ohnehin kaum etwas Förderliches gesagt werden können, aus Mangel an Beobachtung.

Ein Umstand sei aber erwähnt, indem er evident für eine geringe relative Wärmebildung spricht. Das ist nämlich die geringe Muskelthätigkeit dieser Thiere. Auch dieser Gegenstand ist freilich der Art, dass wir nicht alle seine Bedingungen in wünschenswerthem Maasse überblicken können. Wir werden im Anhange nämlich daran erinnern müssen, dass im Allgemeinen mit der Grösse der Thiere die Ansprüche an die Muskelthätigkeit zunehmen, so dass von zwei möglichst ähnlich gebauten Thieren von verschiedener Grösse das grössere relativ mehr Muskelmasse bedürfen würde, als das kleinere. Bei den Cetaceen ist aber ein grosser Theil der Wirkung dieses Gesetzes eben dadurch aufgehoben, dass ihnen das Wasser als Aufenthalt angewiesen worden ist. Denn dadurch wird von den beiden allgemeinsten Aufgaben der Muskelmasse, welche namentlich bei den übrigen Säugethieren und den Vögeln durch die Extremitäten realisirt werden: Stützung und Propulsion, die erstere geradezu gestrichen. Die Cetaceen bedürfen keines Kraftaufwandes, um ihre Körpermasse zu tragen, sondern haben dieselbe nur fortzustossen.

Da nun mit der Muskelthätigkeit die Bindung des Sauerstoffes und Wärmebildung wächst, so ist es für die vorliegende Betrachtung sehr wichtig, bei den grössten Homöothermen Verhältnisse zu finden, durch welche Muskelthätigkeit möglichst erspart, Wärmebildung also möglichst beschränkt wird.

Wir werden diese Ersparung der Muskelthätigkeit auch noch in anderer Beziehung als nothwendig erkennen und so die Befriedigung gewinnen, einige Nothwendigkeiten in den organischen Naturproducten wahrzunehmen, und eine Ahnung zu fassen, wie die Natur auch hier mathematischen Gesetzen



folgt und dabei durch den Reichthum der *Hülfs*mittel dennoch eine ausserordentliche Manchfaltigkeit erreicht.

Wir haben schon vorhin darauf aufmerksam gemacht, wie bewundernswerth es ist, dass bei Thieren von so sehr verschiedener Grösse dennoch gleiche Temperaturen haben erlangt werden können. Es ist diess noch bewundernswerther, wenn wir die neue Schwierigkeit erwägen, welche aus dem Conflicte des eben anticipirten Gesetzes mit dem im Allgemeinen herrschenden Bedürfnisse hervorgeht, die Wärmebildung in homöothermen Thieren um so mehr zu vermindern, je grösser sie sind. Denn dieses Gesetz, welches eine nicht bloss absolute, sondern auch zum Gewichte relative Vermehrung der Muskelthätigkeit bei grössern Thieren fordert, würde grade Vermehrung der relativen Wärmebildung zur Folge haben. Wir werden eben im Anhange anzudeuten haben, durch welche Mittel (soweit wir sie nämlich erkannt haben), ungeachtet der Beobachtung auch dieses Gesetzes, die Manchfaltigkeit, die wir bewundern, möglich geworden ist.

Zweitens hätten wir die kleinsten homöothermen Thiere zu berücksichtigen und zu fragen, inwieweit ihre körperliche Bildung und ihre Lebensverhältnisse darauf hinführen, dass in ihnen das Extrem der Kleinheit völlig oder nahezu erreicht ist, welches bei den Bedingungen der Homöothermie möglich war.

Es versteht sich bei der Art unserer naturhistorischen Erkenntnisse von selbst, dass hier nicht von einem scharfen Beweise die Rede sein kann, sondern nur von einer Zusammenstellung von Gründen, welche unserm Urtheil allerdings mit ziemlicher Stärke eine gewisse Richtung geben.

Es sind besonders zwei Motive, welche hier hervortreten. Das eine wird durch das Vaterland dieser kleinen Thiere gegeben. Sie leben auf die wärmsten Theile Amerika's beschränkt. Wenn einige im Sommer ihren Aufenthalt über die Tropen hinaus ausdehnen, als Zugvögel leben, so

ist das schon nicht so gar wichtig, so lange dieselben nicht zu den kleinsten Arten gehören, was, soviel ich habe finden können, wohl nicht der Fall sein dürfte. Ferner ist die Frage, ob ihre Sommeraufenthalte nicht der tropischen Wärme sehr nahe stehen [1].

Das zweite Motiv ist in der Activität dieser kleinen Geschöpfe gegeben, welche alle Beobachter in Staunen versetzt: der Geschwindigkeit ihres Fluges ist das Auge nicht im Stande zu folgen — die Bewegungen der Flügel sind so rasch, dass der schärfste Beobachter sie nicht aufzufassen vermag — er nimmt seine Nahrung nur zu sich, indem er fliegend über der Blume schwebt. So sagt unter Andern Pennant von Trochilus colubris [2]. Er bedient sich sogar des starken Ausdruckes „Lightning is scarcely more transient than its flight." —

Wir haben hier also einen Aufwand von Muskelkraft, der seines Gleichen sucht. Und auch hier hat diese Erscheinung eine Doppelbeziehung. Nach dem eben schon erwähnten Gesetze haben im Allgemeinen die Thiere für ihre Bewegungen um so weniger Muskelthätigkeit im Verhältnisse zu ihrem Gewichte nöthig, je kleiner sie sind. Hierdurch wird es also erschwert, in kleinen Thieren die mit der Muskelthätigkeit so innig verbundene Wärmeentbindung in dem nöthigen Grade zu steigern. Was da als Aushülfe angewandt werden kann, darüber ist abermals im Allgemeinen auf den Anhang zu verweisen. Besonders ist hier aber, ausser der angeführten erstaunlichen Schnelligkeit und Dauer

[1] Trochilus colubris brütet bis in Canada, aber im Winter ist ihm selbst Carolina zu kalt. Tr. collaris wird zahlreich am Nutkasunde, also unter 50° N. Br. an der amerikanischen Westküste gefunden. (Nach Pennant, Arctic Zoology. Vol. II. p. 286—290.) Ueber das Ziehen des letztern ist dort nichts gesagt. Treviranus (Biologie II. 192) giebt es jedoch als Thatsache, dass der genannte nur der Sommeraufenthalt sei.

[2] A. a. O. S. 287.

der Thätigkeit, vielleicht noch zu erinnern, dass wenigstens viele von diesen kleinen Thieren mit einem Federschmuck beladen sind, welcher im Verhältniss zu diesen kleinen Körpern bedeutend genannt werden muss, und sowohl als Last, als auch für das Fliegen als Widerstand sehr in Rechnung kommt, so dass dadurch eine grössere Muskelmasse nothwendig wird, als sonst diesen kleinen Körpern zukommen würde.

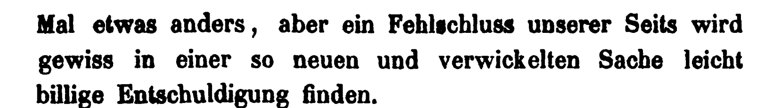
Ueberall aber hat man der Bewegung der Vögel seit lange einen viel grössern Kraftaufwand als derjenigen der Säugethiere zugeschrieben. Ist diess eine Thatsache [1]), so brauchen die Beziehungen derselben wohl kaum genannt zu werden. Es würde sich dadurch auf die einfachste Weise erklären, wesshalb die kleinsten Homöothermen eben Vögel sein können, da sie durch den verhältnissmässig bedeutenden Muskelapparat und dessen Thätigkeit die hinreichende relative Wärmemenge zu schaffen im Stande sind.

Inwieweit die *Nahrung* nach Quantität und Qualität bei den kleinsten Vögeln besonders zu einer bedeutenden Wärmebildung geeignet ist, darüber mangeln wohl die hinreichenden Nachrichten.

Auch über die Federbedeckung, insoweit dieselbe als *Wärmeleiter* zu beurtheilen wäre, wage ich nichts zu sagen. Im Ganzen mögen wir also wohl aufstellen, dass einige Gründe sehr auf vermehrte Wärmebildung und verminderte Ableitung hindeuten, während nichts entschieden dagegen Sprechendes uns aufgestossen ist; dass daher die Annahme vorläufig gewagt werden darf, die Natur sei in diesen kleinen Organismen dem Kleinsten, was sich homöothermisch organisiren liess, nahe gekommen.

Vielleicht stellt sich diess durch anderweite Ueberlegungen oder durch einschlagende Beobachtungen später ein

[1]) Prechtl erklärt sich neuerlich gegen diese Ansicht. S. Untersuchungen über den Flug der Vögel. §. 240. Wir kommen hierauf zurück.



Mal etwas anders, aber ein Fehlschluss unserer Seits wird gewiss in einer so neuen und verwickelten Sache leicht billige Entschuldigung finden.

2.

Nach dieser nur auf die äussersten Grössenverhältnisse gerichteten Untersuchung betrachten wir etwas näher die Vertheilung kleinerer und grösserer Homöothermen über die Erdoberfläche und im Meere, um zu sehen, wie weit sich in derselben Wirkungen unseres Gesetzes angedeutet finden, oder inwieweit dieselben durch den Reichthum an Hülfsmitteln verdeckt sind, so dass grosse Thiere in warmen, kleine Thiere in kalten Klimaten sich finden.

Es ist mit einem Worte abgethan, und für uns sehr wichtig, dass sowohl die untere als die obere Grössengränze der im Wasser lebenden Homöothermen hoch über den entsprechenden Gränzen aller in der Luft lebenden stehen. Es darf hierin wohl eine Wirkung (oder Mitwirkung) unseres Gesetzes entschieden anerkannt werden.

Auch unter den Vögeln finden sich die von kleinsten Dimensionen auf den Landaufenthalt beschränkt. Die Grössen der Schwimmvögel steigen, soviel mir bekannt, nicht unter die der Phalaropus. — Der Wasseraufenthalt dieser Thiere ist aber auch viel weniger wärmeentziehend als bei den Säugethieren, da sie nur beim Tauchen ganz vom Wasser umgeben sind und doch stets eine Luftschicht zwischen Haut und Wasser behalten. So können die Schwimmvögel wohl sehr viel kleiner als die Wassersäugethiere sein. Die Phalaropus scheinen mir zudem keine sehr anhaltenden Schwimmer zu sein.

Ein Blick auf die Landthiere zeigt uns aber die scheinbar widersprechendsten Verhältnisse. Die grössten Pachydermen in heissen Klimaten und nichts ihnen vergleichbares in kälteren, während kleine Thiere weit gegen die kalten Zonen hin wohnen, und, vielleicht das stärkste Beispiel da-

von, der Zaunschlüpfer selbst bis gegen die Polarzone hin überwintert.

Da liegt denn das sogleich auf der Hand, dass in den gemässigten und kalten Gegenden die äussersten, nach unserm Gesetze möglichen Grössen nicht erreicht sind, da eben die heisse Zone grössere Geschöpfe beherbergt. Das ist natürlich kein Widerspruch gegen das Gesetz, der unmöglich Statt finden kann. Die Natur hat nur die Schranken nicht ausgefüllt, welche sich nach jenem Gesetze gefunden hätten. Die grössten Landthiere der kühlern Zonen sind aus irgend welchen Gründen nicht geschaffen, welche uns für den Augenblick gleichgültig bleiben. Im Anhange wird es vielleicht wahrscheinlich gemacht werden, dass die Natur in der Bildung von wirklichen Landthieren (aus erkennbaren Gründen) nicht gar viel über die Grösse des Elephanten u. s. w. hinausgehen könnte. Wesshalb dann aber nicht mindestens diese Grössen sich verbreitet finden, so weit es die Nahrung erlaubt, ist unbegreiflich und sieht um so mehr wie Zufall aus, wenn man an die grosse Verbreitung elephantenähnlicher und anderer grosser Thiere in frühern Schöpfungsperioden sich erinnert.

Aehnliches ist ohne Zweifel von den Vögeln zu sagen. Es sind theils mechanische Schwierigkeiten, theils unbekannte Umstände, wir wollen sagen Zufall, wodurch die Grössengränze der Vögel nach oben bedingt ist. Namentlich würde ich Letzteres für die Wasservögel annehmen. Weder die Rücksicht auf mechanische Schwierigkeit, noch auf den Calor animalis kann es verhindern, dass wir nicht noch weit grössere fluglose Schwimmvögel als die wirklich existirenden erhalten haben, oder gar eine Modification des Vogeltypus, welche sich zu den übrigen verhielte, wie die Cetaceen zu den Säugethieren.

Will man nun von der Verbreitung der Thiere durch verschiedene Klimate sprechen, so müssen vorerst Umstände in Erwägung gezogen werden, durch welche dieser

Gegenstand eine etwas verwickelte Beschaffenheit bekommt, zugleich aber auch Manches, was paradox scheinen könnte, sich erklärt. Schon für die Pflanze ist die Bestimmung der klimatischen Bedingungen bei weitem nicht abgethan mit der mittlern Wärme und Feuchtigkeit der Gegend, in welcher sie lebt. Es ist die Vertheilung der Wärme auf die Jahres- und Tagszeiten, continentales und Küstenklima, schwächere oder stärkere nächtliche Wärmeausstrahlung, je nachdem der Himmel mehr rein oder bewölkt zu sein pflegt, von grösster Wichtigkeit, während bei sehr verschiedenen Werthen dieser Elemente die mittlere Temperatur dieselbe sein kann. Und dann ist es auch selbst nicht diese Lufttemperatur allein, sondern es kommt sehr in Frage, wie weit eine Pflanze Schatten oder Sonne hat oder bedarf.

So sind auch die Bedingungen des Klima's für die Thiere keineswegs so einfach auszusprechen, und manches ohne Zweifel auch für sie sehr wichtig, was eben genannt wurde, während noch neue Umstände hinzutreten.

Bei den Thieren würde namentlich zu einer genauen Bestimmung der Wärmeableitungsverhältnisse, unter welchen sie sich das Jahr hindurch von Seiten des Klima's befinden, eine hinreichende Beobachtung ihrer Lebensweise nöthig sein, insofern dieselbe sie der Sonne, oder doch den wärmern Tageszeiten, oder im Gegentheil den kühlern Stunden mehr aussetzt, inwiefern sie sich dem Eingriffe der Winterkälte durch Höhlenbau u. dgl. entziehen oder nicht. Diese Mittel haben die Bedeutung, dass sie nicht nur ein und dasselbe Klima zu einem verschiedenen für verschiedene Thiere machen, sondern sie können auch, gleichmässig angewandt bei Klimaten von gleicher mittlerer Wärme, eine sehr verschiedene Wirkung haben.

So wie zwei verschiedene Pflanzen, welche in Ländern von gleicher mittlerer Wärme gedeihen, einer ganz verschiedenen Wärmemenge, selbst abgesehen von dem Einflusse

der Sonne, geniessen können, so auch die Thiere. Eine Pflanze, welche in einem Klima mit starken Gegensätzen des Sommers und Winters einen gleich langen Winterschlaf hat, als eine andere in einem Inselklima von gleicher mittlerer Wärme, geniesst für ihre Vegetationszeit ein grösseres Wärmequantum als die letztere. In ähnlicher Weise ist ein Thier im Vortheil, welches sich in einem stark schwankenden Klima dem Winter mehr oder weniger durch Höhlen in der Erde entzieht, vor demjenigen, welches in einem gleichmässigen Klima ähnlich lebt.

Eben so und in einem noch höheren Grade muss es auch wirken, wenn ein Thier nur für den Sommer homöotherm ist, im Winter aber pökilotherm wird, ein Winterschläfer ist. Es wird sich für seinen Winterschlaf einen Ort suchen, welcher allzu tiefen Temperaturen unzugänglich ist. Die Wärmeentziehung während des Winterschlafes ist gering, weil die Differenzen der Wärme zwischen Thier und Umgebung, nach Art der pökilothermen Thiere gering sind. Bekanntlich sind es aber vorzugsweise die kleinern Thiere, welche die Gabe des Winterschlafes besitzen und dadurch für kältere Klimate geeignet werden, als sonst möglich wäre.

Diese Umstände, wenn sie auf der einen Seite eine genaue Beurtheilung für jetzt erschweren, dienen doch andererseits dazu, uns die Verbreitung mancher kleinern Thiere nach den Polen hinauf begreiflicher zu machen. In dem continentalen Klima Sibiriens hausen viele kleine Thierarten, und von manchen ist es bekannt, wie sehr sie sich in der Erde dem harten Winter zu entziehen wissen [1].

Es ist vom Zaunschlüpfer, den wir vorhin als Extrem anführten, bekannt, dass sein Nest sehr gross und dicht,

---

[1]) „Die Marmotte vergräbt sich 6 Fuss, der Bobac in Sibirien 20 Fuss tief." Barkow, der Winterschlaf. S. 474. Die Notiz rührt von Prunelle her. — Wie wichtig ist diess gerade für ein Klima mit solchen Gegensätzen von Winter und Sommer, wie in Sibirien!

in einer fast unförmlichen Masse von Moos angelegt ist. (Das Thierchen ist dabei von grosser Thätigkeit und Gefrässigkeit, sucht im Winter seine Nahrung in und an den Wohnungen der Menschen. Aehnliche Züge finden wir in der Naturgeschichte der noch kleinern, aber auch gegen die Kälte weniger unempfindlichen Reguli). Andere Mittel die Wärmeverluste zu mindern, sind: das Aufsuchen der Sonnenstrahlen, das Zusammenballen des Körpers. Das erstere sah ich mehrfach im Winter in sehr auffallender Weise: an Bergwänden, welche nach Süden abfielen, kamen die Mäuse zum Vorschein bei warmer Sonne, und waren mit nichts beschäftigt, als sich ihren Strahlen auszusetzen. Eben so Schaaren von Goldammern, ruhig an geschützten schneefreien Stellen sitzend, die glänzende Brust der Sonne zugekehrt. — Bekannt ist es, wie vollkommen sich die Haselmaus zusammenballt, so dass man sie in ihrem Schlafe wie eine Kugel rollen kann.

Die Wirkungen des Wanderns, welches in gewissem Sinne für die Vögel auf eine schönere Weise vertritt, was den Säugethieren ein winterliches Höhlenleben und Winterschlaf ist, sind evident genug. Es wird dadurch kältern Klimaten eine Fauna geliehen, welche nicht ganz ihnen eigen sein kann.

Ein anderer für einzelne Thiere sehr wichtiger Punkt der Lebensweise, welcher die Wärmeverluste eigenthümlich bedingt, ist die grössere oder geringere Neigung zum Aufenthalte im Wasser. Manche Säugethiere werden bei Gelegenheit ihrer Nahrungserwerbung in dasselbe geleitet; bei andern fehlt dieser Zweck, und es tritt dann um so deutlicher hervor, dass bei ihnen eine Abkühlung bezweckt wird, welche aber natürlich auch bei denen beabsichtigt und in den Organisationsplan, in die Wärmeökonomie eingerechnet sein muss, welche nebenbei andere Zwecke im Wasser verfolgen. Es ist wichtig, dass wir die Neigung zum Baden oder auch längeren Aufenthalte in Wasser oder

Sümpfen gerade bei den grössten Thieren der heissen Himmelsstriche finden. Das Rhinoceros wirft sich gern in Sümpfe und das Wasserleben des Hippopotamus ist bekannt genug. Auch der Elephant liebt das Wasser, muss regelmässig zum Bade geleitet werden, und ersetzt im Nothfalle auch das Baden wohl theilweise dadurch, dass er Wasser mit dem Rüssel schöpft und die Oberfläche seines Körpers damit begiesst [1]). Wie höchst bezeichnend sind diese Züge!

Und dazu nehme man die von Haaren entblösste Haut dieser Thiere, die Neigung zum Wald- und Nachtleben. Auch gedeiht der Elephant nicht am besten in den heissesten Theilen seines heissen Vaterlandes.

---

[1]) Vgl. (Buffon) Hist. naturelle. T. XI. (Quartausgabe von 1754) S. 13. Die Elephanten lieben das Ufer der Flüsse, tiefe Thäler, schattige und feuchte Gegenden; sie können das Wasser nicht entbehren — — sie können Kälte nicht ertragen und leiden auch unter zu grosser Hitze; um ihr zu entgehen, dringen sie so tief als möglich in die dunkelsten Wälder ein; auch gehen sie oft ins Wasser. — —

S. 40. Er fürchtet die übermässige Hitze und wohnt nie in den heissen Sandflächen, sondern findet sich bei den Negern nur an den Flüssen häufig; in Indien dagegen heissen die mächtigsten und muthigsten, am besten bewaffneten: Gebirgselephanten und bewohnen in der That die Höhen. — —

S. 43. Man giebt ihm auch Kräuter zur Erfrischung, denn er erhitzt sich leicht, und man muss ihn täglich zwei bis drei Mal ins Wasser führen und sich baden lassen. Er lernt leicht sich selbst zu waschen, nimmt Wasser in den Rüssel, führt es in das Maul um zu saufen, und lässt dann, indem er den Rüssel nach hinten richtet, den Rest über alle Theile seines Körpers fliessen. — Zu vergl. noch S. 66—67; S. 145 (über Epidermis, welche stellenweise recht dünn ist, und über die Behaarung).

S. 181. Von einem gefangenen Rhinoceros: es trank nur Wasser und sehr viel auf ein Mal. — S. 100. Diese Thiere sind wie die Schweine, sehr geneigt sich im Kothe zu wälzen, lieben feuchte sumpfige Orte und verlassen die Flussufer eben nicht; S. 200. Ueber die Haut, deren Dicke durch das mächtige Corium entsteht, während die Epidermis dünn ist. —

So finden wir also in körperlichen Verhältnissen und Lebensweise dieser Thiere, die wir bei dem untersuchten Gesetze erstaunt sein durften ungeachtet ihrer Grösse in so heissen Ländern zu finden, gerade die deutlichsten Wirkungen dieses Gesetzes. Es scheint klar, dass die Gränze der möglichen Grösse für jene Klimate erreicht, ja fast überschritten ist: letzteren Ausdruck könnte man gebrauchen, insofern die Thiere durch die mehr künstliche Bedingung des Badens offenbar das Klima für sich herabstimmen [1]).

Am wenigsten ausreichend sind unsere Kenntnisse über Quantität und Qualität der Nahrungsmittel und die daraus resultirenden Wärmequantitäten. Aber es scheint, dass auch die mehr fragmentarischen und durchaus nicht mit Hinblick auf einen so bestimmten Zweck wie den unsrigen gesammelten Notizen, welche die Naturgeschichte besitzt, dennoch im Allgemeinen auf das Resultat leiten, dass mit der Kleinheit der Thiere und der Kälte des Klima's die Gefrässigkeit zunimmt. Es versteht sich, dass man sich nicht durch die Grösse absoluter Zahlen darf imponiren lassen, wie sie z. B. die tägliche Nahrung eines Elephanten ausdrücken. Auch muss der Qualität der Nahrung immer Rechnung gehalten werden, da es ja scheint, als wenn namentlich fetthaltige Nahrungsmittel in Beziehung auf Wärmebildung viel grössere Gewichte anderer Nahrungsmittel, besonders der stickstoffhaltigen zu vertreten vermöchten.

Endlich wären noch die Körperformen der Thiere zu erwähnen, da bei ihrer Verschiedenheit es sich herausstellen muss, dass doch bei weitem nicht genau nach dem voraufgeschickten Verhältniss die Oberfläche zum Volumen bei kleinen Thieren wächst, bei grössern abnimmt.

So zeigt es sich z. B. auf den ersten Blick, dass die sehr abgerundeten Formen der grossen Pachydermen eine

---

[1]) Man erinnere sich hier auch der Dinotherien u. s. w. der Vorzeiten.

im Verhältniss zu ihrem Volum noch geringere Oberfläche darbieten, als es der Fall sein würde, wenn wir z. B. eine Maus durch gleichmässige Multiplication ihrer verschiedenen Durchmesser zu einem solchen Ungeheuer anschwellen liessen. In dieser Hinsicht wären also jene grossen Thiere unzweckmässig gebaut für die Vermehrung der Wärmeverluste, auf welche die Natur sonst bei ihnen so evident hinarbeitet. Diese Inconvenienz ist ohne Zweifel durch mechanische Nothwendigkeiten bedingt. Inwiefern sich diess von dem verhältnissmässig kurzen Rumpfe des Elephanten und den säulenförmigen Füssen der grossen Pachydermen überhaupt begreifen lässt, davon später. Die Natur musste unter dem Zwange dieser mechanischen Bedingungen die Wärmeableitung auf andere Weise steigern, als durch Vergrösserung der Körperfläche.

Ein Extrem von Ausbreitung der Körperoberfläche im Verhältniss zum Volumen bietet auf der andern Seite eine Familie dar, welche meist kleine, zum Theil sehr kleine Formen zählt: die der Fledermäuse. Die Abkühlung durch die Fläche der Flügel ist aber sicher nicht so gar gross, da dieselben bei ihrem nicht bedeutenden Blutreichthum gewiss eine geringe Temperatur haben. Ausserdem ist dann auch hier das Aushülfsmittel des Winterschlafs und des Aufenthaltes an geschützten Orten ganz besonders angewandt. Uebrigens erkennen wir in den Formen der kleinen Säugethiere nichts Auffallendes in Bezug auf Wärmeökonomie. Vortheilhaft ist es jedoch immer, dass, je kleiner die Thiere sind, um so leichter die Extremitäten auch in einem mässigen Pelze mit verborgen werden können. So erscheint ein kleines Thier, wenn es sich zusammenrollt, als eine einfache vom Pelz umhüllte Kugel, was bei grössern Thieren nur durch eine enorme Behaarung zu erreichen wäre.

Bei den kleinen Vögeln sind die Formverhältnisse entschieden günstig. Der Leib bildet eine der rundlichen Form angenäherte Masse. Kopf und Hals bilden, wenn wir den

Vogel in seiner Federdecke betrachten, einen kurzen Fortsatz an derselben, was bei dem langen Halse des Skelettes durch Krümmung möglich wird. Von den aus der Befiederung hervortretenden Theilen der hintern Extremitäten dürfen wir vermuthen, dass sie eine wechselnde Temperatur haben. Hier sind weder Nerven noch Muskeln, welche einer höhern Temperatur bedürfen könnten. Denn Tastorgane sind diese Glieder nicht, und ihre Muskelapparate liegen möglichst hoch hinauf. So bedürfen sie auch nur wenig Blut. —

Sehr schön sind dann endlich bei den Vögeln die äussern Bedeckungen eingerichtet. Es findet zwischen ihnen und denen der Säugethiere ein wesentlicher Unterschied Statt, den man so ausdrücken kann, dass durch das Gefieder in einiger Entfernung von der Haut eine zweite Wand gebildet wird, durch welche ein abgesperrter Raum für die Luftschicht entsteht, welche zunächst ihre Wärme von der Körperoberfläche empfangen hat. Diess ist durch die Krümmung der bedeckenden Federn erreicht, deren Anfangstheil unter einem Winkel gegen die Körperfläche steht, während das breitere Ende wieder mehr oder weniger dieser Fläche parallel liegt, so dass sie unter einander eine Art von Decke bilden, deren Zusammenhang nur gestört werden kann, wenn ein Luftstrom den Vogel von hinten trifft. Bei der Bewegung des Vogels werden die Federn aber immer in dieser vortheilhaften Lage erhalten.

3.

Endlich habe ich den Versuch gemacht, noch auf einem andern Wege den Ausdruck des besprochenen Gesetzes in der Natur zu finden.

Wir sehen die Möglichkeit sehr verschiedener Grössen homöothermer Thiere in einem und demselben Klima; diese Möglichkeit ist bedingt durch die Veränderlichkeit der Factoren der Wärmebildung und derjenigen der Ableitung

mit Ausschluss des Klima, welches wir als gegeben betrachten.

Die Breite dieser Modificationen, welche sämmtlich auf der Organisation beruhen, muss natürlich um so mehr abnehmen, je ähnlicher die Thiere einander in ihrer Organisation sind. So differente Grössen, wie sie in den Extremen in den verschiedenen Klimaten, besonders im tropischen gegeben sind, setzen grosse Verschiedenheiten der Organisation voraus, wie zwischen Kolibri und Elephant u. s. w.

A.

Wenn sich nun zwei Thierspecies finden, welche durchaus nur in Hinsicht auf Grösse von einander verschieden wären, so wären damit alle jene Modificationen ganz und gar ausgeschlossen: die geographische Verbreitung dieser beiden Arten müsste relativ bestimmt sein durch ihre Grösse; welcher auch absolut genommen ihr Wohnort wäre, die kleinere müsste ein wärmeres, die grössere ein kälteres Klima fordern.

Eine richtig erkannte zoologische Stellung eines Thieres ist nun der Ausdruck für möglichst zahlreiche und wichtige Aehnlichkeiten mit den ihm zunächst geordneten Geschöpfen.

Gäbe es nun Genera, deren Species sich so weit als möglich (eine Beschränkung dieser Möglichkeit ist im Anhange angedeutet) nur durch die Grösse unterschieden, so würden die kleinen Arten derselben durchweg ein wärmeres Klima fordern und zwar nach einem aus der Grössendifferenz genau bestimmten Maasse.

Vielleicht ist aber die Aehnlichkeit nirgends oder selten so gross. Unterscheiden sich nun die Species ausser der Grösse noch durch andere Eigenheiten der Organisation und Lebensweise, welche die Wärmebildung und Wärmeverluste mitbestimmen, somit das passende Klima mitbedingen, so

können diese die Regelmässigkeit der geographischen Anordnung der Species, welche ohne sie Statt finden würde, auf verschiedene Weise stören.

Es ist von Wichtigkeit bei diesen möglichen Störungen (welche auf Nahrung, Hautbedeckung, Lebensweise beruhen) zwei Fälle zu unterscheiden.

Die Organisationsverschiedenheiten, auf welchen dieselben beruhen, könnten nämlich

entweder (sämmtlich oder theilweise) unter den Species jedes Genus nach einem Principe vertheilt sein, welches sich ebenfalls an die Grösse knüpfte,

oder sie könnten von der Grösse ganz unabhängig sein.

Der erste Fall könnte dann entweder die Wirkung haben, dass die kleinern Arten durchweg noch empfindlicher gegen die Kälte wären, als sie es schon ohnehin nach Maassgabe ihrer Grösse im Verhältniss gegen die grössern sein müssten, oder es könnte die umgekehrte Wirkung Statt finden, je nachdem das Princip der Vertheilung dieser Organisationsverschiedenheiten wäre, entweder die grössern Arten begünstigend oder die kleinern.

Im zweiten Falle aber, wenn die Vertheilung dieser anderweiten Organisationsverschiedenheiten sich gar nicht an die Grösse bände, sondern von diesem Gesichtspunkte aus als zufällig erschiene, müsste nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit bei Ueberblickung einer grössern Reihe einzelner Fälle das Resultat sein: dass durch diese Organisationsverschiedenheiten zwar in vielen Fällen grössere Arten empfindlicher, kleine unempfindlicher gegen die Kälte wären, als es ihre relative Grösse mit sich brächte, dass aber auch in eben so vielen Fällen das Entgegengesetzte einträte, grössere Arten noch unempfindlicher, kleine noch empfindlicher gegen die Kälte wären, als es ohnehin ihre Grösse forderte. Oder: da neben den zufälligen Factoren ein constanter in dem Verhältnisse der Grösse gegeben ist,

so müssten doch die kleinern Species durchschnittlich ein wärmeres Klima suchen. Diess scheint mir nun wirklich aus dem Folgenden sich zu ergeben. Möglich bleibt es dabei aber, dass das Verhältniss in der Natur ein gemischtes ist, dass nämlich gewisse Verschiedenheiten an die Grösse gebunden sind (vgl. den Anhang), andere nicht. Es ist dabei selbst denkbar, dass Verschiedenheiten, welche sich an die Grösse knüpfen, theilweise die grössern, theilweise die kleinern Arten begünstigen und so einander wieder aufheben, dass nur die Wirkung des Zufalls neben derjenigen des constanten Factors des Verhältnisses vom Volumen zur Oberfläche bemerkbar wird.

Als ich zuerst auf die hier als möglich angedeuteten Wirkungsformen der Grösse der Thierspecies aufmerksam wurde, lag es durch andere Verhältnisse nahe, sogleich einen fragenden Blick auf die isländische Fauna zu werfen. Das Erste, was mir aufstiess, waren die Raubvögel, von denen die kleinste Art Island im Winter verlässt, und die Raben, von denen nur die grösste den Winter dort zubringt.

Es waren diess Fälle, in welchen man ein Hervortreten des Gesetzes annehmen kann, und ermuthigten zu weiterer Umschau.

Es fehlte aber auch nicht an auffallenden Beispielen des Gegentheils. So das Verhältniss der Vertheilung der Katzenarten. — Da es mir nun eine ziemlich anerkannte Sache zu sein schien, dass unter den Vögeln häufiger der Fall mehrerer einander sehr nahe stehender Species in einem Genus vorkomme, als unter den Säugethieren, so wollte ich versuchen, zunächst von einer Anzahl Vögel die Verhältnisse der Grösse zum Wohnorte zusammenzustellen. Findet sich bei diesen eine Anordnung des einen nach der andern nicht, oder selten, so ist sie bei den Säugethieren noch viel weniger zu erwarten. So wenig diess nun der Sicherheit des Gesetzes irgend Eintrag zu thun vermöchte, so würde doch

die Untersuchung für den Augenblick sehr an augenfälligem Interesse verlieren, wenn die Wirkungen des Gesetzes überall am Hervortreten durch diese oder jene Modificationen der Organisation oder Lebensweise gehindert wären, um so mehr als man fast durchaus darauf beschränkt sein würde, im Allgemeinen auszusprechen, welcher Art diese Modificationen sein müssten, und dabei nur etwa ausnahmsweise nachweisen zu können, welche es im besondern Falle wirklich wären, die eine kleinere Species für ein eben so kaltes oder kälteres Klima fähig machten, als eine grössere.

Einem Unternehmen dieser Art stehen nun aber bedeutende Hindernisse entgegen, der Werth der Thatsachen, mit welchen man zu arbeiten hat, ist ein sehr bedingter.

Die Thatsachen, welche zu Grunde liegen müssen, sind: genaue Angaben über die Grösse, über die geographische Verbreitung und über die Zugzeit.

Ueber den ersten Punkt findet man nun besonders selten Angaben in den naturhistorischen Schriften einigermaassen consequent gesammelt.

Das grosse Naumannsche Werk über die Vögel Deutschlands giebt indessen durchgängig einige Dimensionen der Vögel, namentlich die Flugbreite und die Länge. Häufig sind auch noch andere Bemerkungen beigebracht: ob der Vogel im Verhältnisse zu diesen, durch das Gefieder mit bedingten, Dimensionen klein oder gross sei; die Arten einer Gattung werden untereinander verglichen, hin und wieder auch Gewichte angegeben u. s. w., kurz wir finden in diesem ausgezeichneten Werke ein so reichliches Material für diesen Punkt, als man nur immer erwarten kann, wo für deren Zusammenstellung nicht einmal ein so specieller Zweck, wie der unsre, vorlag.

Desshalb habe ich dieses Werk zu Grunde gelegt [1]) und

[1]) Man wird vielleicht fragen, wesshalb ich nicht ein grösseres Quellenstudium zu Grunde gelegt habe, da doch das Naumannsche

in den einzelnen Gattungen die Arten nach der Grösse geordnet, als deren Ausdruck ich zunächst die Flugbreite annahm. Wo andere Notizen aber sich daneben finden, welche diese Annahme modificiren, wurden natürlich auch diese berücksichtigt.

Schwierig ist aber, ungeachtet der reichlichen Angaben, in vielen Fällen die Bestimmung des Wohnortes. Es hat in dieser Hinsicht die Beurtheilung der Vögel einige Schwierigkeiten, welche sich bei den Säugethieren nicht gefunden haben würden.

Die eine liegt in der Ausdehnung der Wohnsitze, welche bei Vögeln öfter so sehr bedeutend ist. In vielen Fällen sind dadurch die Gränzen ungewiss, namentlich die Südgränze, welche so oft in wenig durchforschte Länder fällt. Der Nachtheil der Unbekanntschaft mit der Südgränze eines Thieres tritt besonders dann sehr hervor, wenn man dasselbe mit einem andern vergleichen will, welches eine

---

Werk, bei allem Reichthum eigner Beobachtung nicht überall als Quelle betrachtet werden kann. Die Angaben über die Verbreitung der Vögel namentlich müssen sich natürlich oft auf andere Schriftsteller stützen. Es schien mir aber eine Benutzung der gesammten Literatur nicht bloss überhaupt im Verhältniss zu der Sicherheit des so zu erreichenden Resultates eine zu weitschichtige Arbeit zu sein, sondern es stiess sich dieselbe auch an individuelle Schwierigkeiten, da ich zu wenig bewandert in der Kritik der Species bin, als dass ich nicht hätte fühlen müssen, bei einer solchen Arbeit wissenschaftlichen Missgriffen ausgesetzt zu sein.

Förderlich vor Allem für die hier versuchte Betrachtungsweise würde es sein, wenn solche Beobachter und Zoologen wie Naumann sich dafür interessiren und dieselbe bei ihren Untersuchungen berücksichtigen wollten. Eine Anschauung von unserm Standpunkte würde zunächst die Beobachtung wohl noch auf Manches leiten, was bis jetzt als nicht wichtig erschien. — Aussprechen mag ich aber wohl meine Bewunderung für den Reichthum eines Werkes, in welchem ich so viel für einen Zweck gefunden habe, an welchen bei Abfassung desselben doch nicht in solcher Besonderheit gedacht werden konnte.

viel geringere Verbreitung hat. Denn in diesem Falle vereitelt die Unbekanntschaft mit diesem einen Factor, bei übrigens guten Daten, die zweckmässige Vergleichung völlig. Es kann die Verbreitungsfläche eines Vogels ganz in die des andern hineinfallen, und es würde darauf ankommen, die kleinere Fläche mit der grössern, sowohl in der südlichen als nördlichen Begränzung zu vergleichen. Wären die Entfernungen in beiden Richtungen gleich gross, so würden die Verbreitungen für uns ziemlich gleichbedeutend sein, indem nur der eine Vogel eine grössere Fähigkeit sich zu acclimatisiren besässe, ein Umstand, der überall neben der Neigung für Wärme oder Kälte herläuft. Ein Thier mit hervorstechender Fähigkeit des Acclimatisirens könnte, wie aus dem vorigen folgt, sehr wohl der Hauptsache nach einen südlichern Wohnsitz haben, als ein anderes, wiewohl es dessen Nordgränze überragte, wenn nämlich diess in Beziehung auf die Südgränze noch merklich mehr der Fall wäre.

Eine besondere Ungewissheit wird auch durch das grosse Bewegungsvermögen der Vögel gegeben, indem dieses zur Folge hat, dass die Gränzen des Aufenthaltes sehr verwaschen werden. Ueber die Gegenden hinaus, in denen ein Vogel häufig vorkommt oder eigentlich zu Hause ist, finden sich Exemplare desselben oder auch Paare mehr oder weniger weit verstreut, mehr oder weniger selten. Diese Umstände bedingen grosse Unsicherheiten. Die Species wurden in den Gegenden, in welchen sie nur ausnahmsweise oder sehr zerstreut vorkommen, nicht bloss häufig übersehen, sondern auch wenn sie bemerkt wurden verkannt, mit mehr oder weniger ähnlichen verwechselt. Erst eine genauere zoologische Untersuchung weist dann nach, dass es eine in irgend einem andern Lande vielleicht sehr bekannte Species sei. Durch solche Verhältnisse ist es von manchen, selbst grossen Vögeln und selbst in Deutschland noch zweifelhaft, wie oft oder selten und wie weit sie regelmässig vorkommen.

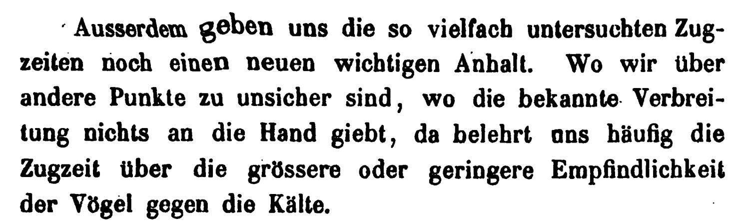
Von besonderm Werthe ist es daher, wenn man genaue

Notizen über das Vorkommen verschiedener mit einander zu vergleichender Arten in gebirgigen Gegenden hat. Die nahe über einander liegenden klimatischen Zonen an den Bergen erleichtern dem Beobachter die Beurtheilung ungemein. Wir werden später, unter andern bei Gelegenheit der Accentor, ein Beispiel solcher von Gloger angestellten und bei Naumann mitgetheilten Beobachtungen geben, welche uns sehr willkommen waren.

Die zweite der Bestimmung des Aufenthaltes der Vögel eigenthümliche Schwierigkeit ist auch in ihrem Flugvermögen, in der Erhebung über die Erdoberfläche gegeben. Es kommt für die Beurtheilung des Aufenthaltes in unserm Sinne, d. h. in Beziehung zu den Wärmeverlusten, bei manchen Vögeln, namentlich bei grossen Raubvögeln sehr wesentlich darauf an, wie hoch sie zu schweben pflegen und wie lange Zeit sie in den kalten Höhen etwa zubringen. Genaue Untersuchungen darüber giebt es nicht hinreichend und man muss sich mit der allgemeinen Andeutung begnügen, dass dieser Umstand von Einfluss sein kann.

Theils begünstigend, theils hinderlich wirkt auf die Beurtheilung das Ziehen vieler Vögel. Hinderlich besonders, insofern die Verbreitung derselben dadurch grösser wird, somit aber noch häufiger unsern Gesichtskreis überragt. Es gilt diess hier, wie von den Südgränzen der Vögel der nördlichen Halbkugel überhaupt, besonders häufig von der Südgränze des Winteraufenthaltes, welche so oft in Afrika oder Asien liegt.

Förderlich ist es aber, dass wir durch das Ziehen eine Mehrzahl von zu bestimmenden Punkten bekommen, so dass wir uns wenigstens an einen oder einige derselben für den Nothbehelf halten können, so lange wir sie nicht alle kennen. Wir haben die Gränzen des Winter- wie des Sommeraufenthaltes zu ermitteln, und es fällt wenigstens eine Süd- oder Nordgränze in vielen Fällen in die bestbekannten Länder.



Ausserdem geben uns die so vielfach untersuchten Zugzeiten noch einen neuen wichtigen Anhalt. Wo wir über andere Punkte zu unsicher sind, wo die bekannte Verbreitung nichts an die Hand giebt, da belehrt uns häufig die Zugzeit über die grössere oder geringere Empfindlichkeit der Vögel gegen die Kälte.

Indessen ist der Werth auch dieses Merkmales nicht so unbedingt, dass nicht einige erhebliche Ausnahmen seiner Gültigkeit sich alsbald darböten. Besonders wird Folgendes für wichtig zu halten sein: Es kann bei den Zugvögeln, welche z. B. gleichzeitig bei uns eintreffen, nicht gleichgültig sein, woher sie kommen. Man könnte denken, die Wahrscheinlichkeit spräche dafür, dass sie gleiche Empfindlichkeit gegen die rauhere Jahrszeit hätten, und so gleiche Gegenden zu gleicher Zeit durchstreichen müssten. Diese Gleichzeitigkeit kann aber auch anders entstehen. Unter den bei uns durchziehenden Vögeln bemerkt man, wie man unter andern in der angeführten Naumannschen Schrift sowohl im Allgemeinen vorgemerkt als auch bei den einzelnen Thieren angegeben findet, verschiedene Richtungen. Namentlich kommen viele mehr aus Osten und ziehen gegen Westen, als dass sie, wie viele andere, eine gerade Richtung von Nord nach Süd verfolgten. Bei solchen Umständen und der in verschiedenen Ländern sehr verschiedenen Vertheilung der Wärme auf die Jahreszeiten können gleichzeitig bei uns durchziehende Vögel ihren Sommeraufenthalt bei merklich verschiedenen Temperaturen verlassen haben. Es ist die Temperatur zu gleichen Zeiten des Herbstes unter gleichen Breitegraden, oder auch selbst unter gleichen Isothermen eine sehr verschiedene auf den Inselgruppen nördlich von Schottland, bis Island hinauf und in Schweden oder Russland. Die ersten Länder haben milden, die andern strengen Winter.

Auch kann das Verschwinden der Nahrung einen Einfluss auf das Ziehen haben, welcher dann allerdings auch wohl durch die Temperatur bedingt sein kann, aber so in-

direct durch deren Einfluss auf andere Organismen, dass wir keine Rücksicht darauf nehmen könnten, soweit dieser Umstand ausgemacht wäre.

So möchte sich über diese Verhältnisse noch Vieles für und wider sagen lassen, und gewiss ist es, dass der von uns gemachte Versuch in Beziehung auf genaue Richtigkeit seiner einzelnen Resultate nur anspruchslos auftreten darf. Dazu nöthigen die vielfachen Lücken der Erkenntniss sowohl als auch die Unmöglichkeit selbst das Erkannte in allen seinen Beziehungen gleich das erste Mal richtig zu verwenden. Das nur hoffen wir, dass man nicht finden werde, es sei besser gewesen einen solchen Versuch ganz zu unterlassen, man habe sich damit begnügen sollen, die wissenschaftliche Aufgabe als vorhanden zu bezeichnen, und ihre eventuelle Lösung der späten Zukunft zu überlassen, welche vollständiger vorbereitet dazu wird schreiten können. Ein solches Verfahren wäre leicht, aber zugleich ist es sicher genug, dass es weniger geeignet gewesen wäre, diejenige Aufmerksamkeit auf den vorliegenden Gegenstand zu lenken, welche derselbe nach unserer Ansicht verdient.

Als ein bemerkenswerthes Nebenresultat erwähnen wir noch vorläufig, dass in einigen Fällen, wo der Aufenthaltsort eines Vogels im Vergleich zu den nächstgestellten und im Verhältnisse zu deren Grösse auffallend erschien, es sich bei Vergleichung anderer systematischer Anordnungen zeigte, dass andere Ornithologen dem Thiere auch eine andere Stellung gegeben hatten, als es bei Naumann einnahm.

Die vier Species der Geierfamilie, welche sich bei N. finden, können nicht in Betracht gezogen werden, da sie sämmtlich verschiedenen Genera angehören. N. begreift freilich Vultur cinereus und fulvus in eine Gattung, und sie würden sich auch einigermaassen nach Grösse und Wohnort ordnen; denn der V. fulvus, weniger nördlich verbreitet als

Gyps cinereus, ist auch wohl etwas („kaum") kleiner als derselbe. Aber wir legen darauf kein Gewicht, weil eben Andere die Unterschiede bedeutend genug fanden, um eine Trennung nach Gattungen vorzunehmen.

Zu den rauhfüssigen Adlern N's finden sich in dem 13. Theile bedeutende Zusätze, indem dort Falco Bonelli und pennatus neu hinzukommen, F. chrysaëtos unterschieden wird und auch aus F. naevius zwei Arten, F. Clanga und naevius werden, so dass wir statt drei nun sieben Arten zu vergleichen haben. Unter diesen folgen die Grössen so: F. chrysaëtos und fulvus [1]), imperialis, Clanga, Bonelli, naevius, pennatus. Die beiden grossen Arten sind weiter gegen Norden ausgebreitet als die übrigen. F. fulvus durch ganz Europa in grossen Waldungen, in Nordasien und Amerika; F. chrysaëtos gehört in Europa mehr der nördlichen als südlichen Hälfte an u. s. w. Die dritte Art ist auffallender südlich, als bei der geringen Grössenverschiedenheit zu erwarten wäre. Sie scheint jedoch auch mehr Gebirgsvogel zu sein. F. Clanga. Die Wohnung ist wegen Verwechslung mit F. naevius nicht recht sicher. Nach Pallas fände er sich im südlichen und östlichen Russland und durch Sibirien bis Kamtschatka. Ausserdem in Griechenland, Ungarn, Italien, Schweiz. F. Bonelli in Nordafrika hauptsächlich, in Griechenland und Unteritalien nicht selten. Von da nordwärts selten. F. naevius. Von ihm sagt N., wohl mit Hinblick auf den so ähnlichen Clanga, er scheine mehr südlich und westlich, als östlich und nördlich. F. pennatus. Nordafrika, Abyssinien, Senegambien. In Griechenland selten, häufiger in Ungarn, aber wohl nur im Sommer. Er liebt Gebirgswaldungen und findet sich im Süden in den höchsten Gebirgen.

Wiewohl hier nicht Alles so klar ist, als wir wünschen

---

[1]) Wo ich bei Aufzählung von Species zwei derselben durch „und" verbinde sind dieselben als gleich gross anzusehen.

könnten, einiges auch als unregelmässig [1]) erscheint, so ist es doch offenbar, dass im Ganzen die grössern Arten mehr nördlich, die kleinern mehr südlich sind. Als Unregelmässigkeiten könnten die zu wenig nördliche Verbreitung des F. imperialis und das Verhalten des F. pennatus zu F. Bonelli angesehen werden, dem er doch nach der von N. (Thl. 13. S. 33.) angedeuteten Gruppirung besonders nahe stände.

Von den drei übrigen Aquila Naumann's (albicilla, brachydactyla, haliaëtos) würde sich der grösste durch seine vorzüglich nördliche Ausbreitung auszeichnen. Wir legen weniger Gewicht darauf, weil man über die Richtigkeit dieser systematischen Anordnung zu wenig einig ist. Im zweiten Hefte des 13. Bandes ist von dem Genus Haliaëtos noch eine Art angenommen, welche, grösser als albicilla und der amerikanische leucocephalus, zugleich auch nördlicher sein würde.

Interessant ist auch die Bemerkung auf S. 68 über H. albicilla: „die Grösse ist ungemein verschieden — — und die kleinsten wohnen nicht bloss (wie man vorgegeben) im Süden, sondern kommen auch im Norden so vor, wie umgekehrt die grossen auch dort“ — denn wenn hiernach auch nicht durchaus die grössten Individuen nördlicher wohnen sollen, so scheint doch jener Behauptung gegenüber nicht geleugnet werden zu sollen, dass häufiger grosse Exemplare im Norden, kleine im Süden vorkommen, so dass die Durchschnittsgrösse im Norden bedeutender sein würde.

Ob von den beiden Habichten der grössere, Astur

---

[1]) Mit unregelmässig, abnorm werde ich öfter der Kürze wegen die Fälle bezeichnen, in welchen eine Art, verglichen mit den nächstverwandten kleinern oder grössern weiter südlich als die kleinern oder weiter nördlich als die grössern wohnt, wo also die Wohnorte des Vogels im Vergleich mit den Verwandten nicht durch die Grösse bestimmt sind, sondern der Wirkung derselben durch andere Momente so entgegengewirkt ist, dass sie aufgehoben erscheint.

palumbarius, nördlicher ist als der A. Nisus, geht nicht klar hervor. Nach Naumann würden beide in den nördlichen und gemässigten Theilen von Europa und Asien verbreitet sein. Nach Blasius und Keyserling [1]) würde aber allerdings der hohe Norden die kleinere Art nicht besitzen.

Die fünf Edelfalken scheinen bis auf eine Art deutlich nach der Grösse in ihrem Wohnorte bestimmt.

F. candicans (54″ — 58″ breit) wohnt im hohen Norden, verlässt nur selten sein rauhes Vaterland, streicht, besonders im Spätherbst, ins südliche Schweden herab und kommt dann auch zuweilen ins nördliche Deutschland.

F. laniarius (46″ — 50″ breit) „bewohnt im Sommer die nördlichen Polarländer, doch wie es scheint nicht so hoch hinauf als der Jagdfalke, er geht auch im Winter weiter nach Süden hinab.“ (Die Mittheilung in Bd. 13. S. 102. scheint die boreale Ausbreitung dieser Art noch mehr zu beschränken.)

F. peregrinus (36″ — 48″ breit) findet sich „durch ganz Europa und auch in den nördlichen Theilen von Asien, Afrika und Amerika.“ Die Nordgrenze sehen wir hier nicht bestimmt mit derjenigen der beiden vorigen Arten verglichen, aber es ist deutlich, dass dieser Vogel viel weiter nach Süden reicht als jene. Er ist also fähiger zur Acclimatisation.

F. subbuteo (31″ — 33″ br.) und F. aesalon (26″ — 27″ br.) verlassen beide, namentlich regelmässig der erstere, im Winter Deutschland. Der kleinere bleibt jedoch in milden Wintern, selbst in den nördlichen Theilen unseres Vaterlandes. Aber eines Theils ist die Grössenverschiedenheit mehr in der angegebenen Demension als in den übrigen, indem F. subbuteo ausgezeichnet lange schlanke Flügel besitzt. Ausserdem wird auch der F. aesalon nur selten hoch in der

---

[1]) Bl. u. K. „Die Wirbelthiere Europa's“ habe ich vielfach consultirt, namentlich auch für die Abweichungen der systematischen Ordnung benutzt.



Luft gesehen, nämlich „nur auf seinem Zuge und wenn er zu seiner Schlafstelle eilt.“ (Nach Thl. 13. S. 110. ist er im Sommer besonders häufig in der Nähe des Polarkreises. In gebirgigen Theilen Griechenlands ist er Winter und Sommer.)

Die Rothfalken bieten vielleicht ähnliche Verhältnisse, doch ist ihre Verbreitung nicht recht genau zu vergleichen.

F. tinnunculus (29″ — 31½″ br.). Liebt die Gebirge, ist bei uns eigentlich nur Sommervogel und selbst in gelinden Wintern im nördlichen Deutschland selten, kommt eher schon im südlichen vor.

F. cenchris (26″ — 28″ br.). Ebenfalls in Gebirgen, aber südlicher als der vorige.

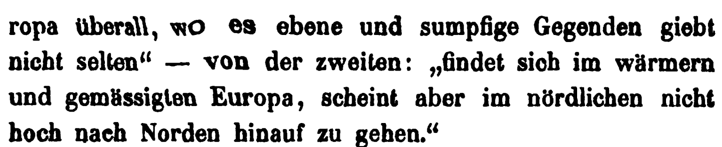
F. rufipes (24″ — 30″ br.). Ist nicht Gebirgsvogel, lebt im Sommer nordöstlich, Russland, Sibirien (auch in Ungarn häufig, nach Thl. 13.); im Winter südlich von uns.

Von den beiden Milanen ist der grössere, die Gabelweihe, weiter nach Norden verbreitet als der kleinere, der schwarze Milan. Indessen lässt sich der kleinere im Winter im Freien halten. Es wird auch von ihm besonders bemerkt, dass er sehr hoch steigt. Der grössere ist ein träges Thier.

N. zählt drei Bussarde auf, unter denen der F. apivorus der kleinste (weniger nach den Gefiederdimensionen als nach dem Rumpfe) als Pernis apiv. abgesondert worden ist. Der Mäusebussard und der rauhfüssige sind an Grösse eben nicht verschieden, wiewohl die Gefiederdimensionen des letztern bedeutender sind. Beide finden sich bei uns auch im Winter, und der rauhfüssige ist in harten Wintern am häufigsten. — Pernis apiv. ist im Winter nicht bei uns zu sehen.

Unter den Circus ist die Rohrweihe die grösste, dann folgt die Kornweihe und dann die Wiesenweihe, von sehr schmächtigem Wuchse [1]). Von der ersten heisst es: „in Eu-

[1]) Zwischen die beiden letzten fügt sich nach Thl. 13. noch C.



ropa überall, wo es ebene und sumpfige Gegenden giebt nicht selten“ — von der zweiten: „findet sich im wärmern und gemässigten Europa, scheint aber im nördlichen nicht hoch nach Norden hinauf zu gehen.“

Hiernach könnte es scheinen, als wenn die erstere wohl weiter nach Norden ginge. Indessen ist ferner bemerkt, dass die erstere im Winter bei uns eine noch grössere Seltenheit sei als die zweite.

Von der dritten Art heisst es: „sie scheint über dieselben Länder verbreitet zu sein wie die Kornweihe; vielleicht geht sie noch weiter südlich.“ — Bei uns im Winter nur sehr selten und wenn derselbe gelinde ist.

Eulen. Unter den zwölf Arten: Str. nyctea, uralensis, nisoria, acadica, bubo, otus, brachyotus, scops, aluco, flammea, noctua und Tengmalmi fehlt die Beziehung zwischen Grösse und Wohnort mehrfach; weniger auffallend sind indess die Unregelmässigkeiten, wenn wir Naumann's Anordnung aufgeben und uns der von Bl. und K. adoptirten bedienen.

Hier finden wir Str. nyctea, nisoria, noctua, acadica unter der Gattung Surnia Dumér. Die vorangestellte grösste Art ist entschieden die nördlichste, sie gehört dem hohen Norden an, kommt im Winter etwas südlicher, zuweilen in das nördliche Deutschland.

Str. nisoria (31½″ — 32″ br.) gehört ebenfalls dem Norden an, kommt in Schweden, Lappland, Livland, Preussen, Polen vor; das Vorkommen in unsern Gegenden ist unregelmässig, N. der Vater sah sie in einem Jahre sogar häufig. Sie scheint bei uns durchzuziehen. — Str. noctua ist bei einer Breite von 21″ — 22½″ ein kurzer dicker Vo-

---

pallidus ein. Sie scheint gegen die beiden grössern Arten sich normal zu verhalten, ist aber vielleicht noch etwas südlicher als die dritte. In Deutschland ist sie seltner als diese, namentlich im nördlichen. Da sie jedoch im Osten sich häufiger findet, ist die Vergleichung noch nicht sicher.

gel. Durch ganz Europa, doch nicht weit nach Norden; ist schon in den südlichsten Provinzen Schwedens selten. (Nach Thl. 13. könnte er auch dem südlichen Europa fehlen).

Hier ist also nur Str. acadica (12″—12¾″ br.) durch ihre nördliche Verbreitung auffallend, da sie bei uns hauptsächlich im kältern Theile des Jahres sich zeigt. N. sagt sogar, sie gehöre der kalten Zone an. Doch scheint diess nicht im strengen Sinne von den Gegenden jenseits des Polarkreises gelten zu sollen, sondern von den kältern Theilen der gemässigten Zone.

Unter Ulula fallen Str. uralensis und aluco. Die Verbreitung der ersteren ist hauptsächlich östlich von uns, desshalb die Nordgränze wohl nicht bekannt genug zu einem Vergleiche. Der Thl. 13. giebt noch Str. lapponica. Diese ist bedeutend grösser und ganz boreal. Auch ist dort noch Str. nebulosa erwähnt, welche ebenfalls sehr gross und nördlich, beides doch nicht in dem Maasse ist als Str. lapponica (Thl. 13. S. 186).

Unter Aegolius hätten wir Str. otus und brachyotus. Die zweitgenannte hat eine bedeutendere Breite als die erste, jedoch ohne eigentlich grösser zu sein. Dem entspricht es, dass auch in ihrer Verbreitung, so viel ich sehe, keine entschieden mehr nördlich oder südlich wäre als die andere. Bei uns finden sich beide zu allen Jahreszeiten.

Die übrigen vier Arten, Str. bubo, scops, flammea und Tengmalmi vergleichen wir nicht weiter, da man sie in die Gattungen Bubo, Ephialtes, Strix und Nyctale gesondert hat, während bei Naumann zwei derselben unter den Ohreulen und zwei unter den Käutzen gestellt sind.

Von den vier Lanius ist L. excubitor entschieden der grösste und nördlichste, indem er auch im Herbst und Winter bei uns eben nicht selten ist.

Die drei übrigen: L. minor (bei gleicher Flügelbreite doch merklich kleiner als der vorige), L. rufus (etwas kleiner als L. minor) und L. collurio (noch kleiner als L. rufus)

verlassen uns im Winter sämmtlich, verhalten sich aber unter einander eher abnorm. Indessen sind die Unterschiede gering, welche aus Verbreitung und Zugzeit hervorgehen. L. minor ist bei uns vom Mai — August; L. rufus kommt schon im April und geht Ende August — September; L. collurio ist bei uns von Mai — September.

Eben so ist unter den Corvus der grösste, C. corax, entschieden der nördlichste. Die zunächst stehenden, unter sich gleich grossen, C. cornix und corone, sind aber unter sich verschieden, da cornix bedeutend weiter nach Norden geht. An diese würde sich C. frugilegus anreihen, welcher dem gemässigten Europa angehört. C. corax, cornix und frugilegus würden also sich unter einander normal verhalten und nur corone durch einen zu südlichen Aufenthalt auffallen. Indessen liebt der letztere die gebirgigen Gegenden.

C. monedula dagegen, der kleinste unter den genannten, ist ziemlich nördlich im Verhältniss zu seiner Grösse. Man hat ihn von den Krähen auch abgesondert in der Abtheilung der Dohlen gestellt.

C. pica lassen wir aus der Betrachtung heraus, eben so wie wir die beiden Graculi, welche Naumann anführt, nicht mit einander vergleichen, weil diese drei Vögel nach Andern in die Gattungen Pica, Pyrrhocorax und Fregilus fallen. — Aus demselben Grunde übergehen wir die beiden Garruli. —

Von den vier Muscicapa würden M. grisola, luctuosa und parva eine normale Reihe bilden, indem sie eben sowohl in der Grösse als in der Erstreckung nach Norden so auf einander folgen dürften, wie wir sie hier genannt. M. albicollis dagegen, etwas grösser als luctuosa, ist doch mehr südlich.

Ueber die acht Arten eigentlicher Drosseln oder Walddrosseln erhalten wir umständliche Angaben und finden eigenthümliche Verhältnisse. Mit dem, was sich im zweiten Theile des Naumannschen Werkes findet, sind noch die



nachträglichen Notizen im sechsten Theile, Glogers Beobachtungen über den Wohnort einiger Arten in Schlesien, namentlich über die Höhe des Vorkommens in den Sudeten zu vergleichen.

Ich stelle sie der Grösse nach, indem ich die Flugbreiten beisetze, und die sonstigen Bemerkungen, durch welche N. ihre Grössenverhältnisse bezeichnet:

1. T. viscivorus. Meist 19'' — $19^{1}/_{2}$'' br.

2. a. T. pilaris. $17^{3}/_{4}$'' br. Steht zwischen T. music. und visciv. [1]). — Daneben 2. b. T. torquatus. $17^{3}/_{4}$'' — 18'' br., einer der grössern, wie T. pilar., grösser als T. merula.

3. T. Bechsteinii. 17'' br. Nicht so gross als T. pilar, aber merklich grösser als T. music.

4. T. merula. 16'' — $16^{1}/_{4}$'' br. Gehört zu den grössern inländischen.

5. T. Naumanni. 16'' br. Zwischen T. pilaris und iliacus.

6. T. musicus. $14^{3}/_{4}$ — 15'' br.

7. T. iliacus. Höchstens $14^{3}/_{4}$'' br. Der kleinste der einheimischen.

Die Verbreitung von 1. im Verhältnisse zu 2 a. und 2 b. ist nicht klar. Die Misteldrossel zeigt sich nämlich im Winter als ein harter Vogel, indem sie nicht bloss im nördlichen Deutschland, sondern selbst im südlichen Schweden Standvogel ist. Dagegen brütet sie an den Sudeten doch entschieden tiefer als T. torquatus, welcher daselbst erst über 3700' hinaus nistet; die Misteldrossel dringt nur noch einzeln über die untere Gränze dieses Aufenthaltes hinauf, während die Wachholderdrossel in Deutschland zwar überhaupt nicht

[1]) Dass damit nicht gemeint ist, dass T. music. nun der nächstfolgende sei, ist aus den anderweiten Notizen leicht zu sehen, namentlich aus der Bemerkung, durch welche T. Bechsteinii ausdrücklich wieder zwischen T. pilar. und music. eingeschaltet wird.

häufig brütet, sondern mehr in nördlichen Ländern, da aber, wo sie vorkommt, ganz in der Ebene gefunden wird. So nach Gloger in der Nähe von Breslau.

Dagegen scheint die Ringdrossel im Winter Deutschland entschiedener zu verlassen, als die Wachholderdrossel, welche nur vor Nahrungsmangel und strenger Kälte aus unsern Gegenden weicht. In der Schweiz findet sich die Ringdrossel im Winter, indem sie aus ihrem hohen Sommeraufenthalte herab kommt.

Es sind diess Verhältnisse, bei denen das Vorkommen der Nahrung gewiss mitspricht. Es scheint nach dem Gegebenen kaum möglich, die eine oder andere dieser Arten als entschieden nördlicher oder südlicher anzusprechen.

Die Verbreitung der Bechsteinischen und der Naumannschen Art ist zu wenig bekannt, da sie mehr östlich von uns den Sommer zuzubringen scheinen.

T. Merula ist sehr verbreitet, fast über ganz Europa, das südlichste und nördlichste kaum ausgenommen, und hält auch den deutschen Winter aus.

T. musicus findet sich ebenfalls über ganz Europa, ausser dem hohen Norden. Im Winter ist sie nur einzeln bis in das mittlere Deutschland hinauf zu finden. Im südlichen Deutschland wird sie schon häufiger.

T. iliacus geht nun freilich ungeachtet ihrer Kleinheit im Sommer so hoch nach Norden, als irgend eine andere Art. Interessant ist es aber, dass N. bei dieser Art bemerkt, sie sei dennoch empfindlicher gegen die Kälte, als die andern, mit denen sie gleichen Aufenthalt theile, und wenn auch in sehr gelinden Wintern einzelne bei uns gesehen werden, so fühlen sie sich doch offenbar unbehaglich. —

Die Sylviae Humicolae finden wir bei Bl. u. K. in der Gattung Lusciola und durch mehrere Untereintheilungen von einander getrennt. Sie verhalten sich auch entschieden abnorm. Die Nachtigall und der Sprosser, oder die eigentlichen Lusciola lassen sich auch unter einander nicht

[redacted]

gut vergleichen. Die Nachtigall, obgleich zarter von Bau, geht weiter nördlich, vielleicht aber auch weiter südlich, als der Sprosser, so dass sie in höherem Grade acclimatisationsfähig erscheint [1]).

Das Rothkehlchen und das Blaukehlchen, unter sich ziemlich gleich gross und merklich kleiner als die vorigen, fallen in verschiedene Unterabtheilungen. Beide sind weit verbreitet auch in den Norden. Das Rothkehlchen kann selbst den Winter bei uns aushalten. Es baut stets ein von oben geschütztes Nest.

Die beiden Ruticillae fallen bei Bl. u. K. in eine Unterabtheilung des Genus Lusciola. Sie lassen sich unter einander nicht genau vergleichen. Das wenig kleinere Rothschwänzchen geht zwar weiter nach Norden als der Hausröthling, bringt dafür aber den Winter in wärmern Gegenden zu. Auch liebt der Hausröthling mehr das Gebirge, wohnt nach Gloger's Mittheilungen in Schlesien bis über den Holzwuchs hinauf.

Die Currucae bei Naumann gehören der Pennantschen Gattung Sylvia an. Der Grösse nach würden sie wohl so auf einander folgen: S. nisoria, orphea, atricapilla, hortensis, cinerea, curruca.

Auffallend ist besonders S. orphea, welche verhältnissmässig südlich wohnt. Die erste Art findet sich in Schweden, Ungarn, wahrscheinlich auch in Spanien, Griechenland, Italien. — Die dritte in Mitteleuropa, einzeln bis in das nördliche Skandinavien. Auch in Südeuropa selten. Die vierte im wärmern und gemässigten Europa, doch auch im nördlichen Schweden. Die fünfte ausser dem hohen Norden durch ganz Europa und in Schweden ausser der dritten am nördlichsten. Die sechste vom mittlern Schweden an durch

[1]) Die Angaben von Bl. u. K. lauten aber auch anders über die Verbreitung. Der Sprosser würde hiernach bis ins südliche Schweden vorkommen, während die Nachtigall nordwärts „bis England, Dänemark und ins gemässigte Russland" ginge.

das übrige Europa. — Interessant sind verschiedene Bemerkungen, z. B. dass unter diesen überhaupt lebhaften Thieren die durch nördliche Verbreitung auffallende fünfte Art als die unruhigste und lebhafteste unter allen bezeichnet wird. Die sechste wird als ein starker Fresser bezeichnet.

Auch unter den vier Phyllopseusten (Ficedula Koch) werden die zwei kleinern Arten, welche weiter nach Norden gehen als die grössern, mit besonderm Nachdruck als lebhaft und fressbegierig angemerkt. Die grösste Art, F. hypolais, wohnt vom südlichsten Europa bis in das mittlere Schweden. Die zweite, F. sibilatrix, merklich kleiner, wohnt im mittlern Europa und einzeln bis ins mittlere Schweden. Sie frisst viel. Die dritte an Grösse, F. trochilus, ist in allen wärmern und gemässigten Theilen Europa's häufig und auch in Schweden und Finnland noch gemein. Sie sind stets mit Verfolgung ihrer Nahrung und mit Fressen beschäftigt. Freilich wird bei dieser Art auch angemerkt, dass sie sich oft und stark badet. Die kleinste Art, welche bis über die Mitte von Schweden hinauf vorkommt, ist durch ihre Esslust bewundernswürdig.

Aehnliches findet sich auch bei den Rohrsängern, welche dem Genus Salicaria Selby sämmtlich angehören: bei den zwei Arten, deren Verbreitung nach Norden mir wegen ihrer relativen Kleinheit auffiel, scheint ein besonderer Nachdruck auf den sehr starken Appetit gelegt, welcher freilich bei mehreren Arten neben der grossen Lebhaftigkeit erwähnt wird.

Die beiden grössten Arten sind überhaupt im Verhältniss zu den kleinern wenig boreal. S. turdoides reicht kaum bis in die deutschen Herzogthümer des dänischen Staates, und die ihr an Grösse nächste, S. fluviatilis, wird schon in der Mitte Deutschlands selten.

Dann sind vier Arten merklich kleiner, unter sich ziemlich gleich gross, dabei nicht gleich in ihrer Verbreitung, zum Theil aber recht weit nach Norden wohnend: S. arun-

[redacted]

dinacea, palustris, phragmites, locustella. — S. phragmites geht höher nach Norden als irgend eine andere Art; locustella findet sich auch noch in Schweden und zugleich in südlichen Ländern, Italien u. s. w.; arundinacea noch im südlichen Schweden; palustris wohl eben nicht über Dänemark hinaus.

S. cariceti ist die nächstkleinste Art. Ihre Verbreitung ist wenig bekannt, aber sie kommen zu uns am frühesten unter den Rohrsängern. Sie verlangen viel Nahrung.

Die kleinste Art, S. aquatica, scheint nicht so weit nördlich zu gehen.

Uebrigens ist zu bemerken, dass bei der verborgenen Lebensweise dieser Thierchen auf die bis jetzt bekannte geographische Verbreitung derselben wohl weniger Gewicht zu legen ist, als bei sehr vielen andern.

Von Troglodytes besitzen wir nur eine Art, deren auffallende Fähigkeit in kalten Wintern auszudauern schon besprochen wurde. Diese Fähigkeit ist auch dann auffallend, wenn wir sie mit den von Naumann angeführten ausländischen Arten vergleichen. Einige derselben sind zwar, wenn wir die bei N. angegebenen Längendimensionen zu Grunde legen, nur scheinbar grösser, werden selbst kleiner als unsre Art, wenn man von den Totallängen die des Schnabels und Schwanzes abzieht. Aber das ist nicht durchaus der Fall. T. musculus und ludovicianus sind auch nach dieser Reduction grösser als T. parvulus, und doch sind als ihre Wohnorte nur sehr warme Theile Amerika's bekannt.

Unter den Anthus liess sich die Vergleichung des A. aquaticus mit dem kleinen und doch auch weit nördlich vorkommenden A. pratensis am Riesengebirge anstellen. Gloger findet dort den erstern entschieden höher als den zweiten. Auch der A. arboreus erträgt weniger Kälte als aquaticus, selbst weniger als pratensis, indem er nie den Winter bei uns zubringt, was der etwas kleinere A. prat. in milden Wintern einzeln thut. A. campestris aber, bei

völlig gleicher Grösse mit dem Wasserpieper, ist, wie es scheint, am empfindlichsten gegen die Kälte, da er nur kurze Zeit des Sommers bei uns zubringt.

Unter den Motacilla ist alba merklich grösser als die beiden andern, sulphurea wenig grösser als flava. Die M. alba geht bis zum arktischen Kreise, die sulphurea bei weitem weniger nördlich, kaum bis ins südliche Schweden. Auffallend würde daneben die grosse Verbreitung der flava sein, welche selbst einzeln auch bis an den Polarkreis gefunden wird. Aber diese Verbreitung ist nicht mehr auffallend, wenn man die Zugzeit hinzunimmt, denn die M. flava kommt am spätesten und geht am frühesten wieder nach Süden. Sie ist dabei äusserst zahlreich, namentlich sehr viel zahlreicher als die sulphurea, so dass man sich vorstellen könnte, dass sie durch eine Art von Uebervölkerung zu einer so grossen Verbreitung veranlasst würde.

Die beiden Saxicolae rupicolae sind wenig in der Grösse verschieden, beide Gebirgsvögel, aber die kaum kleinere stapazina nur südlich vorkommend, während oenanthe weit nach Norden geht. Es wäre hier wieder eine Vergleichung beider an denselben Gebirgen zu wünschen. Denn im Norden wohnt auch wohl S. oenanthe nicht hoch. Bei Reikjavik in Island fand ich sie häufig zwischen den Klippen, welche den hohen Wasserstand kaum überragen. Uebrigens ist Naumann der Ansicht, dass die S. stapazina in Deutschland häufiger sein möchte, als bekannt war.

Auch die Saxicolae pratincolae lassen sich wohl nicht recht sicher vergleichen. Die etwas kleinere rubicola geht vielleicht bis Norwegen. Die rubetra geht wohl bis in die Mitte von Schweden. Der Zugzeit nach ist sie aber empfindlicher gegen die Kälte.

Von den Accentor ist alpinus die grösste Art, montanellus und modularis einander ziemlich gleich. Gloger hat den ersten und dritten am Riesengebirge beobachtet. Der modularis wohnt tiefer, der obere Rand seiner Zone greift

nur wenig über den untern Rand der Zone des A. alpinus. Den A. montanellus, welcher ebenfalls ein Gebirgsvogel ist, können wir nicht mit diesen vergleichen, da er andere, hauptsächlich südöstliche Länder bewohnt.

Die beiden Regulus sind wie der Zaunschlüpfer verhältnissmässig weit nördlich verbreitet. Der etwas grössere flavicapillus geht bis zum Polarkreise und im Winter findet man ihn wenigstens in Deutschland. R. ignicapillus ist nicht hoch im Norden beobachtet. Einzelne finden sich in Deutschland, halten aber den Winter daselbst nicht aus.

Die Meisen (die Wald- und Schwanzmeisen) würden sich etwa so der Grösse nach stellen: P. major (die grösste), cyanus (ziemlich gleich gross), coeruleus (bedeutend kleiner als der vorige), palustris (kaum so gross als coeruleus), cristatus (wenig grösser als der folgende), ater (etwas kleiner als palustris), caudatus (von Körper sehr klein, aber durch grosse lockere Federn grösser scheinend). — Aber ein deutliches Verhältniss der Wohnorte zu diesen Grössenverschiedenheiten finde ich nicht. Sie sind fast durchweg gegen Kälte sehr hart, gehen hoch nach Norden und möchten in ihrer Ausbreitung, da sie sich meist an das Nadelholz halten, mehr durch andere Verhältnisse, Nahrung u. s. w. begränzt sein, als durch das Klima, so dass es nichts Auffallendes hat, wenn wir P. ater eben so weit nach Norden finden, als P. major. Die kleinste Art scheint besonders ausgezeichnet befiedert zu sein. Doch geht sie wohl nicht ganz so weit nach Norden als mehrere andere Arten. Manche derselben bleiben aber den Winter in Deutschland, wie die grössern Arten. — Die Nahrung dieser kleinen, in der Kälte so wohl aushaltenden Vögel scheint besonders fettreich zu sein.

Wenn wir von den sechs Lerchenarten bei Naumann die Phileremos Brehm (brachydactyla und alpestris) und Melanocorypha Boje (M. calandra) entfernen, so bleiben nur die A. cristata und die kleinern arvensis und arborea. Von diesen geht die cristata zwar nicht weit nach Norden, aber

[redacted]

sie überwintert in Deutschland, was die ihr zunächst stehende, welche im Sommer sich bis hoch nach Norden verbreitet, nicht thut. Die A. arborea geht weniger weit nach Norden als die zweite und zieht im Winter bis in das südlichste Europa.

Von den beiden Phileremos ist die grössere Art, Ph. alpestris ziemlich nach Norden verbreitet, während die kleine brachydactyla ein südlicher Vogel ist.

Die grosse Calanderlerche würde als ein ebenfalls südlicher Vogel eine auffallende Stelle haben, wenn wir sie in einem Genus mit den eigentlichen Lerchen betrachten müssten.

Unter den Ammern ist einer der grössern, E. melanocephola, durch seinen südlichen Wohnort auffallend. Es scheint mir dabei interessant, dass diese Art einige Eigenthümlichkeiten hat, durch welche sie sich den Tanagra annähert. — Unter den übrigen scheinen die grössern, E. miliaria und citrinella am meisten Kälte zu vertragen, da der erstere selbst bis in Schweden, der andere wenigstens regelmässig in Deutschland überwintert.

E. cirlus und cia kommen der citrinella an Grösse nahe oder gleich, sind aber schmächtiger und merklich südlicher, schon im südlichen Deutschland nicht gemein.

E. hortulana, bedeutend kleiner und schmächtiger als citrinella geht dafür verhältnissmässig weit nach Norden, da er selbst in Schweden und Norwegen vorkommt. Den Winter lebt er aber nur im Süden.

E. pithyornus, etwas grösser als der folgende, lebt östlich von uns, so dass seine Verbreitung für weniger bekannt gehalten werden muss.

E. schoeniclus, die kleinste Art, geht auffallend weit nördlich, „von Italien bis hoch in Schweden und Norwegen hinauf.“ Doch den Winter bleiben nur einzelne bei uns.

Die beiden Spornammer sind wenig verschieden an Grösse und beide sehr nördlich wohnend.

Ueber die beiden Kreuzschnabelarten muss ich

bemerken, dass es von der grössern nicht eben so sicher sein soll, wie von der kleinern, dass sie bis in den Polarkreis hinauf vorkommt. N. findet es aber wahrscheinlich.

Unter den Pyrrhula geht der grösste, P. enucleator, sehr hoch nach Norden, in den Polarkreis und überwintert auch sehr nördlich. P. vulgaris ist sehr verbreitet, nach Norden und Süden, überwintert aber sehr häufig in Deutschland. P. rosea (der vorigen an Flügelbreite ganz nahe stehend) und die kleinere erythrina wohnen mehr östlich von uns. Der Girlitz, welcher sich bei N. als Fringilla serinus unter den Hänflingen findet, bei Bl. und K. als Subgenus Dryospiza bei Pyrrhula steht, kann als relativ kleiner und südlicher Vogel in dem einen Genus eben so wenig als in dem andern durch seine relative Verbreitung auffallen.

Die Sperlinge lassen sich bei der ungeheuren Verbreitung, namentlich des Haussperlinges, schwer vergleichen. Derselbe geht weiter nördlich als der Feldsperling und diess entspricht seiner Grösse. Nach den Standorten, welche N. angiebt, könnte es freilich scheinen, als wenn er auch in heissern Gegenden vorkäme. Auch Bl. u. K. geben für eine Varietät des Haussperlinges Java unter den Wohnorten, während kein so warmes Land für den Feldsperling angegeben wird. F. petronia lassen wir bei den eigentlichen Finken folgen.

Bei den Finken durchkreuzen sich einigermaassen die Anordnungen. Wir folgen der von Bl. u. K. angenommenen. Da finden sich unter Acanthis die Zeisige N's mit Ausnahme von F. citrinella, also F. carduelis, linaria und spinus. Diese sind sehr verbreitet, so dass eine genauere Vergleichung vielleicht noch unthunlich ist. F. linaria scheint im Verhältniss zu F. carduelis jedoch etwas hart gegen die Kälte zu sein (unter der Voraussetzung, dass sie etwas kleiner ist, wie es nach der Flügelbreite scheint), denn vom Stieglitz heisst es, er wohne vom mittlern Schweden herab durch ganz Europa bis Afrika, überwintere aber zum Theil auch

schon in Deutschland, während der Birkenzeisig bis in die Nähe des arktischen Kreises geht und im Herbst und Winter in die nördlich und östlich von Deutschland gelegenen Gegenden, er streicht auch ins mittlere und südliche Deutschland, ins nördliche Italien, und ist in der Schweiz und manchen Theilen Frankreichs nicht selten. Der eigentliche Zeisig, als merklich kleiner, verhält sich normal gegen diesen, insofern er nicht so weit nach Norden, nur bis ins mittlere Schweden, dagegen aber bis in den äussersten Süden und Westen Europa's und bis auf die canarischen Inseln wohnt.

Als Fringilla auct. finden wir denn N's Edelfinken, die Hänflinge ausser F. serinus (S. b. Pyrrhula) von den Zeisigen die F. citrinella und von den Sperlingen die F. petronia.

Die acht Arten möchten der Grösse nach etwa so stehen: F. nivalis, welche entschieden die grösste Art ist; F. petronia, chloris, caelebs und montifringilla, von welchen beiden der letztere etwas kürzer ist, cannabina, etwas grösser als Fr. montium, aber mit weniger langem und lockerm Gefieder, citrinella, nahe der cannabina, montium.

Unter diesen ist der Schneefinke, seiner Grösse entsprechend, auch wohl entschieden der härteste, da er von den hohen Bergrücken, auf welchen er sich hält, nur schwer dem Schnee und der Kälte weicht.

Der Steinspatz ist aber hier eben so abnorm, wie er unter den Passeres sein würde, da er ein südlicher Vogel ist. Es ist jedoch zu beachten, dass die Fringillae auct. auch noch in verschiedene Unterabtheilungen gebracht worden sind, und der Steinspatz als Pyrgita von den übrigen abgesondert steht.

Die nächsten fünf Arten sind an Grösse wenig verschieden, und auch in ihrer Verbreitung scheint kein für uns wichtiger Unterschied Statt zu haben. Die letzte derselben, F. citrinella ist zwar bedeutend südlicher als die andere, liebt aber dabei besonders die Höhen. F. chloris vom 65° N. Br. bis Nordafrika, in Mitteleuropa am häufigsten. Bei

uns in Norddeutschland Zug- und Standvogel, doch in strengen Wintern selten. F. caelebs durch ganz Europa, doch nur selten über den 65° N. Br. hinaus. In Deutschland überwintern nur wenige. F. montifringilla, bis an den Polarkreis nach Norden. Im Winter in das südliche und südwestliche Deutschland, Südfrankreich u. s. w. Im strengen Winter verlassen sie Deutschland ganz. F. cannabina geht nach Norden in Norwegen bis Drontheim, nach Süden bis Afrika, in Mitteleuropa gemein, in Deutschland scheinen sie in strengen Wintern selten vorzukommen. F. citrinella, schon erwähnt.

Die kleinste Art, F. montium, ist nun aber wieder nördlicher, was vielleicht auf Rechnung ihres auffallend grossen Gefieders kommt. Sie wohnt im hohen Norden, den Winter in Südschweden, Norddeutschland, selten bis zur Schweiz und Oberitalien hinab.

Von den beiden Cuculi ist der canorus sehr verbreitet, auch nach Norden, verlässt aber Europa im Winter; der C. glandarius, nur am Körper etwas kleiner (bei gleicher Flügelbreite), hat bei weitem nicht die nördliche Verbreitung. Eine Vergleichung derselben hat aber nach unsern hier gestellten Principien keinen sichern Werth, weil die Richtigkeit des Genus nicht anerkannt ist, sondern der C. glandarius dem Genus Coccystes Glog. angehört.

Bei den acht Arten der Spechte haben die bedeutenden Grössenverschiedenheiten so wenig Einfluss auf die Vertheilung, dass hier offenbar aus der Lebensweise, Nahrung u. s. w. Aufschlüsse zu erwarten sind.

Von den drei grössten Arten, P. martius, viridis und canus könnte man annehmen, dass ihre Ausbreitung nach Norden gar nicht durch das Klima begränzt wäre, da sie sich nach dem Vorkommen von Waldung zu richten scheint. Indessen verlassen sie im Winter ihre nördlichsten Punkte wohl. Der erste ist weit verbreitet, bewohnt jedoch mehr die nördlichen als die südlichen Länder. Bei uns ist er



Standvogel. Der zweite findet sich durch ganz Europa. Im Winter ist er bei Anhalt gesehen. Der dritte geht so hoch nach Norden, als grosse Bäume wachsen, und ist dort im Norden häufiger als in südlichern Ländern. In harten Wintern zieht er von uns fort.

P. leuconotus ist mehr nach Nordosten verbreitet.

P. major ist mehr im nördlichen und mittlern als im südlichen Europa, geht „ziemlich hoch nach Norden" und ist von da bis Frankreich und Italien gemein. Bei uns ist er Strich- und Standvogel.

P. tridactylus liebt die nördlichen Gegenden und in südlichen die Höhen. P. medius, diesem sehr nahe an Grösse, geht nicht so weit nördlich als P. major, ist mehr im gemässigten und südlichen Europa, in Deutschland, Oberitalien einheimisch.

P. minor ist in allen Ländern des mittlern Europa, in Schweden, Finnland, „anscheinlich" nicht im südlichsten Europa. Mehr Stand- als Strichvogel.

Unter den vier Schwalben ist H. rustica die grösste, riparia die kleinste. Zwischen ihnen stehen, einander ziemlich gleich, H. urbica und rupestris. Die letztere lässt sich mit den übrigen nicht gut vergleichen, da sie ein Gebirgsvogel ist. Achtet man bei den drei übrigen Arten auf die Zugzeit, so erscheinen sie als völlig normal, da zuerst die H. rustica, dann die urbica und dann die riparia ankommt und sie in umgekehrter Ordnung wieder abziehen. Uebrigens sind alle drei sehr verbreitet, gehen bis an und einzeln selbst bis über den Polarkreis hinaus, zugleich auch weit nach Süden.

Ueber Cypselus melba und apus lässt sich nichts Bestimmtes sagen. Beide sind Gebirgsvögel und am Mittelmeere würde sich wohl die Höhenzone bestimmen lassen, es scheint aber allerdings, als wenn die grössere Art, C. melba, höher in den Gebirgen wohnte. Sie kommt z. B. in hohen Alpen und Alpenthälern vor, während es von C. apus nur heisst, sie sei häufiger in gebirgigen als ebenen Gegen-

den. Daher halten wir es vorläufig für einen mehr zufälligen Umstand, dass die kleinere Art ausser ihren südlichen Aufenthalten auch bis Drontheim in Norwegen beobachtet worden ist.

Von den vier Tauben scheinen C. palumbus, livia und turtur, so folgen sie der Grösse nach aufeinander, ganz normal. Die erstere überwintert schon in Südfrankreich und Italien, die zweite verlässt Europa im Winter ganz, und die dritte kommt am spätesten und geht am frühesten unter den deutschen Tauben.

C. oenas dagegen verhält sich unregelmässig. Bei etwas bedeutenderer Flügelbreite ist sie von Rumpf schwächer als C. livia, geht aber nicht nur wie C. palumbus und livia im Sommer hoch nach Norden, sondern kommt auch früher zu und geht später von uns als palumbus. C. turtur geht nördlich kaum bis zum südlichsten Schweden.

Die beiden Tetrao scheinen normal, da zwar beide weit nördlich gehen, das Birkhuhn aber, wie N. sagt, „überhaupt südlicher geht als das Auerhuhn."

Dagegen geht von den Lagopus der kleinere L. alpinus in gleichen Breiten höher hinauf in die Gebirge als L. albus, und auch wohl weiter nach Norden.

Von den Perdix, unter welchen nach N. P. saxatilis die grösste (obwohl nicht an Flügelbreite), rubra die mittlere, cinerea die kleinste Art sein würde, trennen wir die letztere als Starna Bonap. — In gleichem Genus mit den beiden andern würde sie in ihrer Verbreitung abnorm sein, während jene unter sich normal sind. Denn P. saxatilis geht etwas weiter nördlich und scheint auch in der südlichen Schweiz, wo beide vorkommen, höher in den Gebirgen zu leben.

Unter den Trappen ist Otis tarda, die grössere Art, auch die nördlichere; sie ist in manchen Gegenden des nördlichen Deutschlands ein gewöhnlicher Vogel, der sich dort Winter und Sommer aufhält, während O. tetrax schon

in Ungarn, Dalmatien, Oberitalien seltner, als in den südlichern Theilen Europa's ist und in den Vogesen und der Schweiz schon nicht mehr nistet. Dasselbe ist für Deutschland der Fall, O. tetrax ist hier stets eine seltne Erscheinung und besonders für Norddeutschland oder das südliche Schweden, wohin sich wohl einmal einer verfliegt. Dagegen ist O. houbara, den N. allerdings auch in eine besondere Abtheilung bringt, noch südlicher, wiewohl merklich grösser als O. tetrax.

Unter den Regenpfeifern würden sich die beiden Brachregenpfeifer wohl als normal bezeichnen lassen, indem der Mornellregenpfeifer, bei gleicher Verbreitung nach Norden, weiter südlich geht, auch kürzere Zeit in den kältern Ländern bleibt als der Goldregenpfeifer. Indessen fällen diese beiden Vögel in die Genera Charadrius L. und Eudromias Boje.

Der grösste der drei Aegialites, Ae. hiaticula, ist ungeheuer verbreitet; im Sommer durch ganz Europa bis an und über den Polarkreis, im Winter in warmen Ländern. Die beiden kleinern, Ae. cantianus und curonicus, gehen weniger nördlich. Wenn von diesen der kleinere etwas weiter nach Norden geht und etwas früher im Jahre ankommt, so gleicht sich diese Unregelmässigkeit vielleicht dadurch aus, dass er viel früher auch wieder fortzieht. Ae. cantianus beginnt nämlich zwar im August von seinen Brüteplätzen wegzustreichen, sammelt sich aber erst im Anfang November in grossen Schaaren zum Zuge, während der Ae. curonicus oder minor schon im August und September zieht.

Tringa. Die grösste, Tr. islandica, wohnt den Sommer in der Nähe des arktischen Kreises, scheint am Mittelmeere zu überwintern. — Die zweite, Tr. maritima, ist noch mehr arktisch, zeichnet sich aber durch ein besonders warmes Gefieder aus. Sie bleibt den Winter auf Island. Das will jedoch nicht so viel sagen, da der südwestliche

[redacted]

Theil von Island einen sehr milden Winter hat. Man sieht diesen Vogel in der Zugzeit doch auch am mittelländischen Meere.

Die kleinste Art, Tr. Temminckii, ist gemein in südlichen Theilen Skandinaviens und von da mehr östlich. Wie weit sie zugleich nach Norden geht, ist nicht bekannt, kommt jedoch auch an den deutschen Nordküsten brütend vor. Kommt im Sommer wohl am spätesten, im Mai und Juni, zieht fort im September.

Von den übrigen vier Arten, Tr. subarquata, alpina, Schinzii, minuta, sind manche Punkte nicht recht festgestellt, doch scheinen sie sich zu der grössten und der kleinsten Art nicht abnorm zu verhalten, wenn sie auch unter sich in ihrer Vertheilung sich vielleicht nicht genau nach den Grössendifferenzen richten. Man kennt die Sommeraufenthalte derselben zum Theil nicht. So namentlich von Tr. subarquata. N. meint, dass sie nordöstlich von uns und vielleicht zum Theil nicht weit von uns brüten werde. Im Winter ist sie im südlichen Europa und Nordafrika. Tr. alpina, kaum kleiner, findet im Sommer ihre Südgränze an der deutschen Nordküste (53° — 54° N. Br.) und geht nach Norden bis zum Polarkreise. Im Winter an den Küsten des Mittelmeeres, also wie der vorige. Tr. Schinzii hat auch seine südlichern Brutplätze an der deutschen Nordküste. Vielleicht geht er aber dabei etwas weiter nördlich als die beiden vorigen. Jedenfalls zieht er im Frühjahr etwas früher, im Herbste etwas später als dieselben. Von Tr. minuta sagt N., sie gehe durch ganz Europa bis zum hohen Norden. Indessen wird dann doch zu erkennen gegeben, dass der Sommeraufenthalt kaum bekannt sei. Im Winter ist sie am Mittelmeere und südlicher bis zum Wendekreise.

Zu einer Vergleichung der drei Arten von Actitis, welche N. anführt, haben wir nicht hinreichendes Material. Europa kennt zwei derselben nur als Versprengte.

Unter den Totanus verhalten sich die vier Arten mit

geradem Schnabel unter einander normal. Die grösste Art, T. fuscus, scheint im Sommer auf den hohen Norden beschränkt; im Winter findet sie sich im südlichen Europa. Ihr Herbstzug beginnt später und dauert länger als bei den übrigen Arten.

T. calidris ist sehr verbreitet, geht bis in die nördlichsten Theile von Europa (bis 70° N. Br.) und zugleich weit nach Süden, bis Afrika u. s. w. Ueberwintert an den Küsten des Mittelmeeres. In Deutschland bleibt keiner, während es viele in Island thun sollen. (Vgl. bei Tringa islandica). Der Herbstdurchzug ist am stärksten Ende August und in der ersten Hälfte des Septembers. Der Rückzug beginnt zuweilen schon vor der Mitte März, dauert gewöhnlich bis in die zweite Hälfte des April.

T. ochropus und der kleinere glareola würden nach N. sich in ihrer Verbreitung, wenigstens in Europa ähnlich sein, auch ziemlich gleich weit nach Norden gehen, der grössere nämlich nicht viel über das mittlere Schweden hinaus, der kleinere bis in das mittlere Schweden. Nach Bl. u. K. fände sich die kleinere Art sogar bis Lappland. Indessen ist ihr Herbstzug doch etwas früher, der Frühjahrszug etwas später beendigt.

Auch die beiden Arten mit aufgekrümmtem Schnabel erscheinen unter einander normal. T. glottis geht in Europa vom Polarkreise bis über die südlichsten Gränzen hinab, während der bedeutend kleinere T. stagnatilis wenigstens in Europa nicht weit nach Norden zu gehen scheint.

So könnten auch die beiden Phalaropus sich normal verhalten. Beide sind boreal, aber Ph. platyrhynchus scheint noch nördlicher und weniger südlich zu gehen, als cinereus. Z. B. ist er in Nordschottland selten, wo der letztere häufiger vorkommt. Ueber die Wanderungen dieser Vögel ist nichts klar genug. Selten verirrt sich einer nach Deutschland, und von der grössern Art noch seltner als von der kleinern.

Unter den Sumpfschnepfen, welche zu Ascalopax Bl. u. K. gehören, und den Limosa Briss., sind die resp. grössten Arten abnorm. Die Grössenverschiedenheiten der Ascalopax sind nicht unbedeutend. (Asc. major 1/3 grösser als gallinago, diese 1/3 grösser als gallinula). Dennoch zieht A. major im Frühjahr später und im Herbste früher als die beiden andern Arten. Auch bleibt im Winter nie eine bei uns, was wohl eine und die andere der beiden kleinern Arten thut. Ihre Nordgränze dürfte sie in den mehr östlichen Ländern erreichen, so dass dieselbe nicht für genau bekannt gehalten werden kann.

Die beiden kleinern Arten, nach den Zugzeiten beurtheilt, würden sich unter einander normal verhalten. Asc. gallinago zieht im Frühjahr am lebhaftesten in der zweiten Hälfte des März; der Zug von gallinula dauert von Mitte März bis Anfang Mai. Der Herbstzug der erstern dauert von der zweiten Hälfte des August durch September und October. Einzelne kommen noch später, während die andere Art im August und September zieht.

Die Limosa sind weniger verschieden an Grösse. Aber die grösste, melanura, ist weder ihrer bekannten Verbreitung noch ihrer Zugzeit nach so nördlich als die beiden kleinern L. Meyeri und rufa, welche unter sich in ihrer Verbreitung nicht merklich verschieden angegeben werden.

Numenius. N. arquata und phaeopus (1/3 bis 1/4 kleiner) sind nach den Angaben in ihrer sehr grossen Verbreitung nicht sicher zu vergleichen. Doch scheinen sie normal, und die Zugzeit bestätigt diess. Der erstere zieht im April und bis Anfang Mai, der Hauptrückzug im August, allmälig im September sich verlierend. Der zweite zieht im Mai und zurück im Juli und August, spätestens September. N. tenuirostris, von ungefähr gleicher Grösse mit phaeopus, ist noch nicht lange erkannt und bis jetzt mehr in südlichen Ländern gefunden, während jene Arten im Sommer weit nach Norden reichen.



Die vier Arten von dünnhalsigen Reihern würden, in einer Reihe betrachtet, die Unregelmässigkeit darbieten, dass A. egretta, von Rumpf etwas grösser als die purpurea, dennoch südlicher ist. Trennen wir aber die Subgenera Ardea auct. und Egretta Bonap., so fällt diess weg. A. cinerea geht viel weiter nach Norden als A. purpurea, und egretta scheint nicht so südlich als garzetta. In Europa sind sie jedoch ziemlich in denselben Ländern und haben auch gleiche Zugzeiten.

Auch die Nachtreiber finden wir bei Bl. u. K. in eben so viele Subgenera vertheilt, als Arten sich bei N. finden. Vergleichen wir sie, so finden wir A. minuta weniger weit nach Norden, als die bedeutend grössere A. stellaris, deren Zugzeit ebenfalls eine geringere Empfindlichkeit gegen Kälte ausspricht. Sie kommen Ende März, oft erst im April, gehen im September und October, bleiben aber bei schönem Wetter auch theilweise bis in den November und lassen sich erst durch Schnee und härtere Fröste vertreiben. Die kleinere Art dagegen kommt nicht leicht vor Ende April, gewöhnlich erst im Mai und geht zurück im September, so dass selten Anfangs October noch ein Exemplar gesehen wird. A. nycticorax ist nun zwar, bei ziemlich gleicher Grösse mit A. stellaris, wohl südlicher selbst als die kleinere Art. Sie hat aber auch nicht das grosse lockere Gefieder der beiden andern Arten. Der Zugzeit nach könnte sie aber auch A. stellaris näher stehen als der A. minuta.

Die Ciconia nigra scheint nicht nur verbreiteter, auch gegen Norden zu sein, als die etwas grössere alba, sondern auch ein Unterschied in der Zugzeit sie als unempfindlicher gegen die Kälte zu bezeichnen.

Grus cinerea und virgo verhalten sich dagegen wieder normal, da die erstere Art, beträchtlich grösser, den Sommer im kühlern Theile der gemässigten, bis an die kalte Zone zubringt, während die andere Art in Europa sich nur in Griechenland und Italien hin und wieder findet und in

Asien im Sommer in den wärmern Theilen der gemässigten Zone wohnt.

Auch die zweite Familie der Sumpfhühner bei N., welche zu Ortygometra Leach gehören, darf man als normal betrachten. Die grösste Art, Crex porzana, scheint gegen Norden nicht über das südliche Schweden zu gehen, ist häufig in der Schweiz, Frankreich, Italien, Ungarn und weiter östlich. In Deutschland überall, besonders in ebenen sumpfigen Gegenden. Ueberwintert im südlichen Europa, auch schon in Ungarn. C. pusilla, weit kleiner als der vorige und etwas grösser als der folgende, liebt eine wärmere Zone, ist in Deutschland häufiger in den südlichen und östlichen Theilen. Aber nicht in den nordöstlichen, denn es ist in Preussen sehr selten. C. pygmaea „liebt, wie das vorhergehende, eine wärmere Zone und scheint im Sommer nicht einmal so hoch nach Norden vorzukommen." — Zugzeiten. Der ersten Art: kommt selten vor Mitte April und bis tief in den Mai; geht Ende August bis Anfang October, häuptsächlich im September. Der zweiten Art: kommt auch bei zeitig warmer Witterung nicht leicht vor Anfang, sondern viel öfter erst gegen die Mitte des Mai, doch oft etwas früher als das folgende; geht Ende August bis Ende September. Der dritten Art: kommt im Mai und geht wahrscheinlich schon im August.

Colymbus cristatus, rubricollis, cornutus, arcticus (kaum kleiner), auritus, minor. Der dritte und vierte geht weiter nördlich als der fünfte und sechste. Aber der erste und zweite verhalten sich zu den übrigen nicht normal in ihrer Verbreitung, indem sie nicht so weit nach Norden gehen als die grössern unter diesen kleinern Arten. Der erste geht jedoch vielleicht etwas nördlicher als der zweite, kommt zuweilen etwas früher im Frühjahr an und zieht sich im Herbst mehr allmälig mit dem Zufrieren der Gewässer zu-

rück, überwintert auch wohl an den deutschen Nordküsten.

Unter den zehn Arten von Sterna sehe ich so wenig die Verbreitung im Verhältniss zur Grösse, dass eine Betrachtung derselben im Einzelnen überflüssig sein würde.

Dagegen ist unter den elf Arten von Larus wohl zu bemerken, dass die drei kleinsten Arten, ridibundus, melanocephalus und minutus, weniger nördlich verbreitet sind als die acht grösseren: marinus, glaucus und argentatus, fuscus und leucopterus, eburneus und canus, tridactylus. Diese sind aber, sämmtlich sehr nordisch, unter sich mehrfach unregelmässig, so dass z. B. eburneus vielleicht die nördlichste von allen ist.

Unter den Halieus sind die beiden grössern, cormoranus und graculus, viel mehr nach Norden verbreitet als H. pygmaeus. Die Verbreitung jener erscheint aber, dieselben unter sich verglichen, abnorm, insofern sie bei bedeutend verschiedener Grösse nicht merklich verschieden an Verbreitung sind.

Ueber das Verhältniss des grossen Pelecanus crispus zum onocrotalus möchte nach N's Angaben über erstern noch kaum etwas gesagt werden können. Wenn er aber nach Bl. u. K. am kaspischen Meere besonders im Winter sich findet, so könnte das wohl andeuten, dass er im Allgemeinen nördlicher wohnt als die kleinere Art.

Von eigentlichen Gänsen zählt N. sieben Arten, A. cinereus, hyperboreus und arvensis, segetum, intermedius, albifrons, minutus. Da die drei letzten nicht allgemein unterschieden werden, so ist es natürlich, dass die Nachrichten über dieselben wenig vollständig sind. Die vorhandenen Angaben lassen indessen die Möglichkeit der Annahme, dass sie weniger nördlich sind, als die grösseren Arten. Namentlich scheint A. minutus ziemlich südlich zu gehen. Unter den grössern ist die erste abnorm, sie ist wenig grösser als A. hyperboreus, dabei südlicher im Sommer- und Win-

[redacted]

teraufenthalte. Dagegen könnten A. hyperboreus und arvensis sich zu A. segetum und den kleinern normal verhalten. Sie gehen sehr hoch nördlich; von der hyperb. ist der Sommeraufenthalt bekannt, von arvensis weiss man, dass sie im Winter bei uns nur dem gänzlichen Zufrieren der Gewässer weicht, während A. segetum, deren Sommeraufenthalt auch unbekannt ist, nur in sehr milden Wintern in Deutschland bleibt. N. vermuthet zwar, dass sie im Sommer noch weiter nach Norden gehe. Gründe dafür finde ich nicht. Ihre grössere Empfindlichkeit gegen Kälte spricht sich auch in der Zugzeit aus, denn sie zieht schon in der zweiten Septemberhälfte zu uns herab und geht Ende April, zuweilen noch Anfang Mai wieder nordwärts, während A. arvensis meist schon im März nach Norden zieht und Ende October zu uns kommt.

Die Berniclae sind unter sich an Grösse nicht bedeutend verschieden und so scheint es auch die Ausdehnung ihres Wohnortes eben nicht zu sein.

Die Cygnus verhalten sich abnorm, namentlich C. olor zu C. melanorhinus, ersterer weit grösser und dabei südlicher.

Auch die beiden Vulpanser, übrigens auch in Subgenera von Bl. u. K. getrennt, bewohnen bei kaum verschiedener Grösse doch beträchtlich verschiedene Klimate.

Die Enten A. boschas, acuta, strepera und penelope, querquedula, crecca, bieten mehr untergeordnete Abweichungen. Die erste ist überall sehr verbreitet, nach Norden und Süden, bleibt aber im Winter so weit nördlich als sie offene Gewässer findet. Die zweite, am Leibe kleiner, hat eben so ausgedehnte Wohnorte, ist aber mehr Zugvogel und zieht auch im Frühjahr gewöhnlich etwas später als die erste. Die dritte Art wird nach Norden schon im mittlern Schweden und Norwegen selten, liebt ein gemässigteres und wärmeres Klima und ist nur darin häufig. Die gleich grosse penelope ist aber nördlicher, besonders häufig im Som-



mer im mittlern Schweden, Norwegen u. s. w. Im Winter südlich.

An diese schliesst sich A. querquedula, welche bis in Dänemark und das südliche Schweden hinauf im Sommer häufig ist. Sie bleiben im Winter nie in Deutschland.

A. crecca ist aber wieder auffallend boreal, da sie bis zum Polarkreise im Sommer und bis zum 54° N. B. im Winter reicht. In harten Wintern verlassen sie jedoch auch Deutschland ganz.

Die Fuligula, rufina, ferina und marila, cristata (bei N. Anas fuligula), nyroca zeigen wenig Normales in dem gegenseitigen Verhalten der vier grössern Arten. Die fünfte, F. nyroca, scheint aber allerdings am wenigsten Kälte zu vertragen. Es sind zwar auch für die F. rufina keine weit nach Norden gelegene Gegenden erwähnt. Aber sie findet sich auf dem Zuge in Deutschland noch in so winterlicher Jahreszeit, in welcher die nyroca nicht an gleichen Orten vorkommt.

Unter den Oidemiae ist die grössere fusca bei ziemlich gleicher Verbreitung mit nigra doch weniger empfindlich gegen die Kälte, was sich in der Zugzeit ausspricht. Die Oi. perspicillata mag ich nicht mit den andern vergleichen, da ihre Verbreitung fast nur in Amerika bekannt ist.

Von den Glaucion scheint die grössere Art, G. islandicum, als nördlicher angesehen werden zu können, da sie Winter und Sommer in Island bleibt, während G. clangula zur Nord- und Ostsee, nach Holland, Frankreich und England herabzieht.

Harelda. Die grössere Art, H. glacialis, könnte auch wohl die nördlichste sein; sie soll im Sommer selbst auf Spitzbergen vorkommen. Im Winter findet sie sich auf der Ostsee, in Schottland, nach England herab schon seltner. Die H. histrionica ist im Sommer auch weit nach Norden, doch scheint kein so nördlicher Aufenthalt als Spitzbergen bekannt. Den Winter hält sie zwar auf der (milden) Süd-

küste von Island aus. In Russland geht sie zum kaspischen Meere hinab. Ueber H. dispar, namentlich deren Zug, ist wenig bekannt.

Unter den Somateria ist die kleinere, spectabilis, wohl entschieden nördlicher, als die grössere mollissima. (Bekanntlich sind ihre Dunen auch höher geschätzt, was aber den Menschen an denselben schätzbar ist, grössere Zartheit, schlechtere Wärmeleitung, mag auch wohl dem Thiere selbst zu Gute kommen).

Unter den Mergus ist merganser der grösste, scheint aber nicht bloss im Sommer nördlicher, sondern auch im Winter südlicher sich zu verbreiten als der serrator. In ihren Zügen bieten diese Thiere manche Unregelmässigkeiten, doch scheint es, als wenn die grössere Art im Allgemeinen etwas früher nordwärts und etwas später südwärts zöge, als die andere. M. albellus, der kleinste, findet sich im Sommer am weissen Meere und andern Orten gleicher Breite, also nicht, wie die andern, weit in den Polarkreis hinein, da das weisse Meer von diesem geschnitten wird.

Die drei Eudytes scheinen nicht abnorm. Der grösste, E. glacialis, ist sehr nördlich, mehr als der arcticus, sowohl im Sommer- als Winteraufenthalt. Der kleinste, E. septentrionalis, geht nun zwar im Sommer so nördlich als der grösste, ist aber mehr Zugvogel als die andern, ist im Winter bis Japan, am schwarzen und caspischen Meere, einzeln in Südeuropa, auch an der Ost- und Nordsee. Auf der Ostsee träfe er denn im Winter mit dem E. arcticus zusammen. Der E. glacialis kommt selten bis Deutschland herab.

Von den Uria nennt N. die hringvia die grösste, lomvia die kleinste. U. arra würde also zwischen ihnen stehen, ist aber gedrungener als beide. Die kleinste ist auch die südlichste, aber die mittlere ist die nördlichste.



B.

Es wird etwas weiterhin eine Zusammenstellung aus dem Vorigen gegeben werden, nach welcher es mir ausgemacht zu sein scheint, dass die kleinern Species durchschnittlich weniger Kälte vertragen als die grössern.

Daneben scheint es dann wohl paradox, wenn die Wirkungen desselben Gesetzes bei gewissen Racen von Thieren so wenig in die Augen fallen. Müsste man nicht erwarten, dass Racen, welche einander in ihrer Organisation doch ähnlicher sein sollten, als die Species einer Gattung, in ihrer Verbreitung noch abhängiger von ihren Grössenverhältnissen sein würden, als jene?

Das klingt zwar sehr scheinbar. Dennoch springt es bald in die Augen, dass zwischen vielen Racen sich sehr starke Verschiedenheiten gerade in solchen Verhältnissen finden, welche auf die Wärmeökonomie von Einfluss sind. So namentlich in der Haarentwickelung. Verschiedene interessante Bemerkungen über die Veränderungen der Bedeckungen, welche bei der Akklimatisation von Hausthieren erfolgten, hat unter andern Roulin [1]) zusammengestellt. So findet man in den heissesten Gegenden Amerika's bei den akklimatisirten Hühnern, dass die Küchlein ihre Dunenbedeckung bald verlieren und am Leibe nackt werden. Das Schaf ist in den heissen Gegenden schwer zu ziehen und verliert die Wolle gänzlich gegen ein schlichtes kurzes Ziegenhaar, wenn sie nicht zu rechter Zeit geschoren wird [2]).

---

[1]) Recherches sur quelques changemens observés dans les animaux domestiques, transportés de l'ancien dans le nouveau continent. In den Mém. prés. p. div. savans à l'Ac. r. des sc. de l'Inst. de France. Sc. math. et phys. T. VI. 1835.

[2]) Die isländischen Schafe dagegen werden nie geschoren, man lässt jedes Jahr die Wolle so zu sagen reif werden und nimmt sie ihnen dann allmälig ab. Aber diese produciren stets wieder eine lange Wolle.

[redacted]

So sind nun auch grosse Verschiedenheiten gerade in dieser Hinsicht zwischen den auch übrigens so sehr verschiedenen Racen der Hunde. Die einzelnen Racen sind meist sehr akklimatisationsfähig und folgen dem Menschen in alle Klimate. Einige sind jedoch auffallend weniger fähig die Kälte zu ertragen. Unter diesen auch die grossen Windhunde mit kurzem Haar und sehr geringer Fettbildung. Beide Eigenschaften tragen dazu bei, die Empfindlichkeit dieser Thiere zu erklären. Je weniger Fett unter der Haut abgelagert ist, um so weniger ist die direkte Wärmemittheilung von den innern Theilen an die Haut beschränkt. Ist die Fettdecke bedeutender, so geschieht die Wärmemittheilung mehr und mehr durch die Circulation, und steht dadurch mehr unter der Herrschaft des Organismus. Unter den windhundartigen Spielarten scheint aber die kleine sog. englische Art besonders zart [1]).

Uebrigens ist ganz besonders in Beziehung auf den Hund auch sein Verhältniss zum Menschen und dessen Wohnung ein Umstand, welcher die Beurtheilung erschwert. Wenn ein Thier so sehr Hausthier ist, so wird sein Klima ein anderes als dasjenige des Landes, in welchem es lebt, und es ist ein ganz verschiedenes in demselben Lande für den Hofhund, dem man sein Hundehaus gewährt, und den Mops oder Dachshund, der seinen Platz auf dem Polster und unter dem Ofen hat.

Ferner: wenn ein Thier vom Menschen in kalte Gegenden eingeführt wird, so kann dasselbe auch darin gehalten werden, obwohl das Klima ihm durchaus nicht angenehm ist, so dass es als freies oder wildes Thier sich in diese Gegenden nicht verlieren oder bald wieder den Rückweg finden würde. Ein Klima, welches als unbehaglich kalt empfunden wird, ist eben ein solches, bei welchem man

---

[1]) Voigt, in Cuvier's Thierreich, sagt von diesem, er zittre beständig vor Frost.

seine Haut nicht warm zu halten vermag. Man kann dabei innerlich richtig temperirt sein, man kann diess gerade, weil die Haut kühl ist, weil dadurch Wärme gespart wird. Aber ein Klima von solcher Wirkung auf ein bestimmtes Thier ist kein passendes, wenn es auch durch den Menschen darin gehalten wird. Als eminentes Beispiel dazu können eben die erwähnten kleinen Windspiele dienen. Auch bei andern kleinen Hunderacen bemerkt man eine grosse Empfindlichkeit schon gegen die für unsern Himmelsstrich mässigen Kältegrade. Sie zittern vor Frost, nehmen eine eigenthümlich gekrümmte und dabei halb sitzende Stellung an, bei welcher sie sich jedoch wohl hüten, den kalten Boden mit dem Gesässe zu berühren, vielmehr abwechselnd diesen und jenen Fuss noch aufheben, mit einer Gebärde, welche deutlich ausspricht, dass es sie an den Füssen friert.

Besonders auffallend würde man es noch finden müssen, wenn die Hausthiere unter dem Einflusse der Kälte kleiner würden, wie Blumenbach (De gen. hum. var. nat.) annahm. Aber das ist nichts weniger als ausgemacht, und das von diesem berühmten Naturforscher gewählte Beispiel des Pferdes ein besonders unglückliches. Freilich ist das Pferd auf Island klein, aber auf den shetländischen Inseln noch kleiner, und es ist eben so klein als in Island in verschiedenen warmen Gegenden, auf Corsika, Timor u. s. w.

Eben so wohl, aber auch eben so wenig durchgreifend richtig könnte man gerade das Gegentheil des Blumenbachschen Satzes behaupten. So könnte man sich auf die Bergelephanten beziehen (s. o. S. 42) und auf die kleinen Ziegen des heissen Amerika [1]).

Was die Verkleinerung mancher Racen bewirkt, ist noch nicht ausgemacht. Das isländische Pferd hat ein elendes Leben, auf die Zucht wird keine Sorgfalt gewandt, und im Winter ist es fast sich selbst überlassen. Dabei sind

---

1) Roulin l. c. p. 348.

dann diese Thiere im Frühlinge regelmässig so elend, dass sie sich erst einige Zeit an dem neuen Graswuchse erholen müssen, ehe sie zu anstrengender Arbeit fähig sind. Um so widrigen Einflüssen zu widerstehen, giebt ihnen die Natur indessen ein sehr starkes Winterhaar.

C.

Es hätte hier nach Beendigung der Vergleichung der Species und der Racen noch eine Richtung der Untersuchung verfolgt werden können, welche ich aber nur nennen will, indem das, was zur Beantwortung der hier gemeinten Frage augenblicklich beigebracht werden kann, sehr allgemein bekannte Dinge sind. Es fragt sich nämlich sehr natürlich: durch welche Mittel werden die kleinen (jungen) *Individuen einer Art* fähig, in demselben Klima zu leben, in welchem sich ihre Aeltern befinden? Innerhalb der Species ist ja die Aehnlichkeit der Organisation wohl natürlich grösser als zwischen den ähnlichsten Arten, also auch so dringend als möglich die Anforderung, dass dem kleinern Individuum günstigere Wärmeverhältnisse zugestanden werden als dem grössern.

Auf manchen Wegen ist das aber auch wirklich bekanntlich der Fall. Es kann hier nicht weiter davon die Rede sein, dass ja manche Junge homöothermer Thiere im Anfange nicht homöotherm sind. Wird diesen durch die Aeltern Wärme zugeleitet, so beruht das vielleicht nicht auf einem absoluten Erforderniss, aber ihre Entwicklung wird dadurch doch gefördert.

Sehr allgemein bei homöothermen Thieren ist aber der Schutz, welcher den Jungen durch Bedeckung, Nest, Höhlen gewährt wird, und der Umstand, dass die wärmern Jahrszeiten fast durchaus der Erzeugung der Jungen bestimmt sind, so wie die Gefrässigkeit derselben. Diese namentlich wirkt wohl längere Zeit in dem Jugendleben der Thiere, als die übrigen Mittel.



Versuchen wir nun schliesslich die Resultate der vorstehenden Abhandlung zusammenzufassen.

Aus dem Verhältnisse von Oberfläche und Volumen ergiebt es sich, dass grössere Thiere mit einem verhältnissmässig geringern Aufwande sich gleich warm erhalten können als kleinere.

Aus diesem einfachen Verhältnisse lassen sich mehrere Folgerungen ableiten, welche für das Verständniss der thierischen Schöpfung von Einfluss sind.

I. Zunächst, wenn wir von geläuterten Vorstellungen über das Wesen der Homöothermie ausgehen, namentlich auch beachten, dass die homöothermen Thiere, ausser andern Eigenthümlichkeiten, einander sämmtlich in ihrer Temperatur sehr nahe stehen, wenn wir ferner sehen, dass die wechselwarmen Thiere grossentheils kleiner, oft viel kleiner sind, als die kleinsten homöothermen (namentlich insofern die verglichenen Thiere beider Reihen mit einander in gleichem Klima und Medium leben), wenn wir endlich wahrscheinlich finden, dass die kleinsten homöothermen Thiere schon ziemlich so klein sind, als es selbst in den heissesten Klimaten möglich war, ein homöothermes Thier herzustellen,

so muss man annehmen, dass die zahllose Menge pökilothermer Thiere von geringern Dimensionen schon ihrer Kleinheit wegen nicht zu der Organisation homöothermer Thiere geeignet waren, dass also der Plan, nach welchem die gleichwarmen Thiere gebildet sind, aufgegeben werden musste, wenn alle diese kleinen Thiere gebildet werden sollten.

II. Es wurden die Verhältnisse der homöothermen Thiere näher untersucht. Dabei zeigte sich:

1) Bei der Frage, ob überhaupt wohl die grössten und kleinsten homöothermen Thiere gebildet seien, welche möglich wären? — dass einige Wahrscheinlichkeit dafür zu geben sei, dass die Natur in den kleinsten Vögeln so viel

[redacted]

Wärme entwickle, als in einem so kleinen Organismus möglich sei, und dass also, da diese Thiere in den heissesten Klimaten leben, mit ihnen die Kleinheitsgränze ganz oder nahezu erreicht sein möge. Dagegen kann man keine brauchbaren Gründe dafür auffinden, dass in den grössten Homöothermen die Wärmebildung möglichst beschränkt sei; sicher erreicht bei ihnen wohl auch die Wärmeableitung noch nicht den höchsten Grad.

2) Wahrscheinlich sind aber die Gränzen der Grösse und Kleinheit mehrfach erreicht, wenn wir auf bestimmte Klimate Rücksicht nehmen, und ist mehrfach unter gewissen durch Klima und Medium gegebenen Bedingungen der Wärmeableitung eine Grösse oder Kleinheit erreicht, welche in einem andern Klima nicht möglich gewesen wäre, mehrfach auch die Fauna eines Landes in ihren kleinern Formen nur durch besondern Schutz gegen die Kälte möglich geworden.

So ist der Unterschied in den Grössengränzen der See- und Landsäugethiere zu verstehen.

So eine höher liegende Kleinheitsgränze selbst der Wasservögel als der Landvögel (obwohl die Vögel nicht in, sondern auf dem Wasser schwimmen). So ist der Unterschied der Kleinheitsgränze der Vögel heisser und kälterer Zonen zu verstehen.

Verschiedene Einrichtungen der Haut und der Lebensweise der grossen Pachydermen deuten auch auf ein Erreichtsein der Grössengränze wenigstens der heissen Zone.

Wir fanden endlich besonders bei den kleinern Thieren kälterer Klimate solche Mittel angewandt, welche die Wärmebildung steigern, die Verluste wirksam beschränken. Auch der Winterschlaf findet hauptsächlich bei kleinern Thieren Statt. Er ist z. B. beim Bären unvollkommen, selbst von Manchen geläugnet, bei den Schläfern und Fledermäusen höchst ausgebildet.

3) A. Wir nahmen nicht das Klima, sondern die Organisation als festen Punkt, und fanden, dass Thiere von

möglichst ähnlicher Organisation den Einfluss der Grössenverhältnisse insoweit offenbaren, dass von den verschiedenen Arten einer Gattung häufiger die kleinern als die grössern empfindlicher gegen die Kälte sind und wärmere Wohnsitze haben.

So wenig es möglich ist, das ganze in dieser Beziehung vorgelegte Material zu benutzen und mit bestimmten Werthen in Rechnung zu bringen, so sehr eine feinere mathematische Behandlung an diesem Stoffe verschwendet erscheinen würde, so glauben wir doch die ausgesprochene Behauptung durch folgende Bemerkungen immer schon hinreichend begründen zu können.

Vergleichen wir die Genera, für welche wir nur zwei Arten aufzählen, oder nur von zweien die Ausbreitung einigermassen vergleichen konnten, so ergeben sich diejenigen als entschieden zahlreicher, deren kleinere Art südlicher wohnt, oder durch die Zugzeit sich empfindlicher erweist. Eine Reihe dieser Genera lassen wir als zweifelhaft bei Seite. So die beiden Astur (welche doch nach Bl. u. K. zu den normalen gehören), die Milane und Bussarde, die Saxicolae pratincolae, Plectrophanes, Gimpel, Sperlinge, Cypselus, Pelecanus.

Als abnorm sind mit Sicherheit wohl nur Lagopus, Vulpanser (welche dabei in zwei Subgenera fallen) und Somateria, sehr wahrscheinlich auch Ciconia zu bezeichnen,

wogegen sich Haliaëtos (Bd. 1. u. 13.), Saxicolae rupicolae, Regulus, Phileremos, Tetrao, Perdix, Grus, Glaucion, wahrscheinlich auch Phalaropus und Numenius als normal stellen. Zweckmässig fügt sich hier auch wohl noch Oidemia und Harelda an, indem von beiden Genera zwar drei Arten aufgeführt sind, von denen aber nur von zweien die Verbreitung einigermassen bekannt ist.

Genera mit drei Arten. Die Beurtheilung ist hier complicirter [1]. Nur wenige Fälle sind so einfach, wie bei

[1]) Eine ganz einfache, aber sehr langwierige Art, alle Genera

den eben aufgezählten Genera, d. h. so, dass die Arten eines Genus eine bestimmte Reihe den Wohnorten nach bilden, wenn man sie der Grösse nach angeordnet hat.

Einen Theil der Genera bezeichnen wir daher als gemischte Fälle; es sind die, in welchen zwei Arten sich zu einander normal verhalten, während eine dritte sich nicht anfügen lässt. Man kann hier unterscheiden die weniger abnormen Fälle, in welchen die mittelgrosse Art mit einer der beiden andern in unrichtigem Verhältniss steht, wie bei Otis, Anthus, Halieus, und die stärker abnormen, in welchen die kleinste oder grösste zu beiden andern sich verkehrt verhält, wie bei Limosa, Ascalopax [1]).

---

von mehr als zwei Arten zu beurtheilen, würde es sein, wenn man alle Species einzeln mit einander vergliche und so gleichsam aus jedem Genus eine Menge von aus zwei Species bestehenden Gruppen bildete. Die Zahl dieser Gruppen würde bei 3 Species = 3 sein, bei 4 = 6, bei 5 = 10, bei 6 = 15 u. s. w. Man hätte dann ganz einfach die abnormen Verhältnisse der Zahl nach mit den normalen zu vergleichen, wie bei den Genera mit zwei Arten. So würden unter denjenigen der Genera mit drei Arten, welche ich gemischte nenne, theils zwei normale Verhältnisse gegen ein abnormes, theils (bei Limosa und Ascalopax) zwei abnorme gegen ein normales sich finden. Die Edelfalken würden neun normale Verhältnisse gegen ein zweifelhaftes darbieten.

[1]) Es versteht sich wohl von selbst, dass hier der Bequemlichkeit und Kürze des Ausdruckes ein Opfer gebracht werden musste. An sich lässt sich nicht wohl sagen, welche von den verschiedenen Arten die Abnormität bedingt. Haben wir drei Arten von bedeutend verschiedener Grösse, deren grösste und kleinste sich insoweit richtig zu einander verhalten, dass die kleinere südlicher ist; wohnt nun aber die mittlere wieder südlicher als die kleinste, so kann es wohl eben so wahrscheinlich sein, dass die kleinste, als dass die mittlere die Abnormität des Verhältnisses bedingt. Wir sind aber über das Maass des vorauszusetzenden Einflusses der Grösse auf den Wohnort in jedem einzelnen Falle zu wenig sicher, um uns auf solche Fragen einzulassen.



Gemischte Fälle möchten sein: Anthus, Otis, Ascalopax, Limosa, Nachtreiher, Uria, Halieus.

Normal sind wohl die Ulula (lapponica, nebulosa, aluco, welche hier angeführt werden, weil über eine vierte Art, uralensis, keine zur Vergleichung hinreichenden Daten vorliegen), Hirundo (aus demselben Grunde hieher gezogen und für normal erklärt nach ihrer Zugzeit), Ortygometra. Auch die Motacilla möchten wir, aus den an ihrem Orte bezeichneten Gründen, hieher zählen.

Mehrere Genera sind wohl zweifelhaft; aber der Zweifel ist nur, ob sie normal oder gemischt, nicht ob sie abnorm sind: die Rothfalken, Accentor [1]), Alauda, Actitis, Eudytes, Aegialites.

Eine entschieden abnorme Reihe zwischen drei Arten eines Genus, welches deren nicht mehr darbot, ist mir gar nicht vorgekommen.

Somit ergeben schon die Genera mit zwei und drei Arten eine nicht unbedeutende Evidenz.

Wir dürfen desshalb auch wohl eine ganz durchgreifende Erörterung des übrigen Materiales, welche sehr weitläufig sein würde, bei Seite lassen. Die normalen Verhältnisse sind aber gewiss auch unter den Genera mit vier und mehr Arten überwiegend. So kommen unter den Genera mit vier Arten mehrfach wenigstens drei unter einander normale Arten vor: Surnia, Muscicapa, Columba, dünnhalsige Reiher. Bei den letztern sieht man noch ausserdem, wie die einzige unter ihnen vorkommende Abnormität sich verliert, wenn man die Arten nach den zwei Subgenera sondert.

Nirgends ist mit Sicherheit der entgegengesetzte Fall: eine abnorme Reihe von drei Species in einem Genus, welches deren nur vier zählt.

---

[1]) Die Accentor könnten auch unter den normalen Genera mit zwei Arten stehen, indem die Wohnung der einen Art nicht genau genug bekannt ist.

Noch weniger findet sich ein Genus oder Subgenus aus vier Arten, welche sämmtlich in umgekehrter Ordnung wohnten, während die vier Totanus mit geradem Schnabel sämmtlich normal sein möchten.

Die stärksten Abnormitäten unter den Genera mit vier Arten dürfen sich unter den Ficedula und Lanius finden.

Unter den Genera mit fünf Arten dürfte keins sein, in welchem die Abnormität so ausgeprägt wäre, wie es unter den Edelfalken die normale Anordnung ist, indem die drei grössern Arten mit jeder der beiden kleinern eine Reihe von vier normalen Arten bilden und nur das Verhältniss der beiden kleinern unter sich zweifelhaft ist.

Ueber die Genera mit mehr als fünf Arten glauben wir doch mit Sicherheit sagen zu können, dass auch bei ihnen im Durchschnitte die südlichern Wohnungen auf die kleinern Arten fallen.

Es mag hier endlich noch wiederholt werden, dass in mehreren Fällen von Abnormitäten wir nicht darauf beschränkt waren, dieselbe als vorhanden anzuzeigen, sondern zugleich die Ursache oder wenigstens eine Ursache mit Wahrscheinlichkeit angeben konnten. So bei den Somàteria das wahrscheinlich bessere Gefieder der S. spectabilis, bei den Nachtreihern das anscheinend weniger warme Kleid von A. nycticorax. Bei andern war es wohl eine besondere Gefrässigkeit kleinerer Arten u. s. w.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die Treue der Mittheilungen aus dem Naumannschen Werke. Ich konnte nicht den Leser bloss auf die Schrift selbst verweisen, da der vorliegende Aufsatz doch nicht gerade dasselbe Publikum haben kann, als jenes kostbare Werk, auch nicht Jeder geneigt sein konnte, die Richtigkeit unserer Behauptun-

gen auf einem solchen Wege zu prüfen. Auch den ganzen Umfang der Naumannschen Mittheilungen über das Vaterland der Vögel konnte ich nicht hier nachdrucken lassen. Ich konnte also, wie es mir scheint, nicht anders, als in kurze Worte fassen, was mir das Resultat der Naumannschen Angaben zu sein schien. Diess schliesst nun aber eine Gefahr ein. So sehr ich mich bemüht habe, getreu zu sein, und am liebsten immer entscheidende Worte des Autors angeführt hätte, wie es oft geschehen ist, so muss ich mir doch die Möglichkeit eingestehen, dass bei den häufig zweifelhaften und verwickelten Angaben die vorherrschende Ansicht, mit welcher ich arbeitete, einen Einfluss auf meine Auffassung gehabt habe, dass ich vielleicht in einzelnen Fällen dasjenige weniger lebhaft aufgefasst habe, was eine Abnormität begründen konnte, als die Punkte, welche zu Gunsten normaler Fälle sprachen. — Somit muss jede gewissenhafte Nachprüfung erwünscht sein. — Uebrigens bin ich fest überzeugt, dass das Resultat im Ganzen doch immer sich eben so herausstellen muss, als ich es gefunden, wenn auch irgend ein Fall zweifelhaft werden kann, den ich für normal hielt, oder ein von mir zweifelhaft gefundener sich als abnorm herausstellen sollte.

Anhang.

Ueber ein anderes Verhältniss der Grösse zur Organisation.

Aus der vorhergehenden Abhandlung ergiebt sich ein gewisser Zwang, welchen die Organisation eines homöothermen Thieres erfährt, wenn die Grösse desselben gegeben ist. Das homöotherme Thier muss gewisse Apparate der Wärmeökonomie besitzen; ist nun dazu seine Grösse bestimmt, so sind auch manche andere Bedingungen gegeben, und um so

bestimmter, je mehr diese Grösse ein Extrem ist, während für die mittlern Grössen allerdings die Combination, deren Resultat die Homöothermie ist, noch immer eine sehr manchfaltige sein kann: von zwei homöothermen Thieren gleicher Grösse kann das eine diese, das andere jene Nahrung lieben; die Nahrung des einen ist der Wärmebildung sehr günstig, die des andern sehr wenig; das eine frisst sehr viel, das andere sehr wenig u. s. w. Sicher ist aber: was bei dem einen der beiden der Wärmebildung günstiger ist, als bei dem andern, muss durch irgend andere Umstände genau wieder neutralisirt werden, damit beide Thiere bei gleichem Volumen und gleicher Oberfläche auch eine (ziemlich) gleiche Temperatur ihrer innern Theile erhalten.

So bestimmt es nun aber auch einleuchtet, dass hiemit Gesetze für die Organisation der homöothermen Thiere gegeben sind, so ist es doch eben so sicher, dass jeder einzelne Organismus sehr manchfach bedingt ist, wenn auch von diesen Bedingungen sehr wenig bis jetzt hat ermittelt werden können. Die Natur hat manche Mittel zu ihren Zwecken; aber die Zahl dieser Mittel, so wie ihre Modificirbarkeit ist eine endliche. Die Beschaffenheit derselben setzt bestimmte Schranken für die Möglichkeiten der Hervorbringung in der Natur.

In gewissen Richtungen finden wir nun selbst die Zahl der Mittel, welche für einen gewissen Zweck angewandt werden, ziemlich beschränkt; wir finden selbst ein und dasselbe Mittel stets ausschliesslich zu demselben Zwecke durch die ganze Thierreihe, so weit wir sie genau untersuchen können, oder durch einen sehr grossen Theil derselben angewandt.

So ist die Muskelfaser in ihrer Anwendung im Thierreiche höchst ausgebreitet. Sie unterliegt aber in ihrem Wirken gewissen Gesetzen, sie mag von verschiedener Stärke sein, aber wir werden annehmen müssen, dass ihre Kraft bestimmte Gränzen hat, über welche sie nicht gestei-

gert werden kann. Auch wird jede Steigerung dieser Kraft in einem bestimmten Verhältnisse zum Umsatze der organischen Substanz stehen, sie wird eine gesteigerte Ernährung fordern.

Weniger ausgedehnt in der Anwendung und auch wohl mehr modificirbar als die Muskelsubstanz sind schon die Stoffe, aus welchen die Skelette gebildet werden. Schon bei den Wirbelthieren finden wir Fasermasse, Knorpel, Knochen einander nach Umständen ersetzend. In andern Abtheilungen des Thierreichs kehren dieselben Mittel gar nicht wieder. Die Muskelfaser, wie die Nervenfaser sind aber auch Hervorbringungen der feinsten Art, was in denselben geschieht, liegt einer physikalischen Analyse noch fern, keine Analogie leitet uns, es sind Gebilde einzig in ihrer Art, der höchste Aufschwung der Natur in Hervorbringung thierischer Gewebe. Die Leistungen des Skeletts dagegen sind leicht im Allgemeinen physikalisch zu verstehen: ein gewisser Grad von Festigkeit, eine gewisse Elasticität, eine gewisse Schwere, eine gewisse Ausdehnung der Oberfläche sollten erreicht werden, das konnte leicht auch auf verschiedene Weise geschehen. Wir begreifen auch leicht, wie selbst innerhalb einer Skelettart, z. B. innerhalb der Reihe eigentlicher Knochenskelette manche Abänderungen in den Leistungen der Knochenmasse möglich werden. Ein und dasselbe Volumen kann durch Porosität oder Dichtigkeit, durch die verschiedene Zusammensetzung aus erdigen und thierischen Theilen verschiedenes Gewicht, verschiedene Festigkeit haben u. s. w. Auch ein und dasselbe Gewicht von Knochen kann, theils durch die erwähnten Verschiedenheiten der Zusammensetzung, theils durch die Form, die ihm gegeben wird, sehr verschieden an Tüchtigkeit in Beziehung zu gewissen Functionen sein. So ist es anerkannt und auf mathematische Demonstration zu begründen, dass ein langer Knochen, zu dessen Bildung ein bestimmtes Gewicht von Substanz erlaubt wird, gegen ge-

derselbe bleibt, die Gränze seiner Contractionsfähigkeit bei derselben Belastung. Eine andere Frage ist es freilich, wie sich der längere und der kürzere Muskel gegen ein Gewicht verhalten, welches sie beide zu heben fähig sind. Der dreifach längere Muskel wird sich auch um das Dreifache contrahiren; wird er diess aber in gleicher Zeit thun? Dann müsste er auch dreimal so stark sein, was er nicht ist. Aber eben so wenig ist es anzunehmen, dass er sich in gleicher Zeit nur um eben so viel contrahiren wird, also seine Verkürzung in dreimal so langer Zeit bewirken wird, als der kürzere. Diese Annahme wäre paradox. Die Kraft des Muskels nimmt ja im Verhältniss zu der eingetretenen Verkürzung ab; wenn also ein längerer Muskel sich um dasselbe absolute Maass verkürzt hat, als ein kürzerer von gleichem Querschnitt, so ist von seiner Kraft noch nicht so viel subtrahirt. Sollten also dieser längere und kürzere Muskel in einem ersten Zeittheilchen der Contraction jeder sich z. B. um $1'''$ verkürzt haben, so wäre nun der längere stärker, müsste sich also für das nächste Zeittheilchen rascher contrahiren. Diese Fragen müssen wir jetzt bei Seite lassen, wiewohl sie wichtig für die folgenden Betrachtungen sein würden, da wir die Wirkung der Länge der Muskeln nicht verstehen können, ehe wir nicht wissen, in wie viel schnellere Bewegung der längere Muskel seine Last am Ende der Contraction gesetzt hat, als der kürzere. Es ist vorauszusehen, dass eine genaue Untersuchung der Hülfsmittel der Natur für die Bewegung der Thiere von verschiedenen Grössen eine reiche Quelle interessanter Resultate werden wird, dass man sich hier aber auch auf einem Gebiete befindet, wo nur ein Verein ausgezeichneter anatomischer, physiologischer und physikalischer Kräfte recht förderlich sein kann. Es ist wohl von keiner Seite eher eine Förderung dieser Sache zu erwarten, als von den ausgezeichneten Leipziger Gelehrten, welche auf ähnlichem Gebiete schon so viel geleistet haben.

Wir gehen also nur davon aus, dass das Gewicht, welches die Kraftgränze eines Muskels bezeichnet, für den längern Muskel dasselbe ist, wie für den kürzern, eben so dicken.

Ist diess angenommen, so entwickelt sich daraus sogleich die Einsicht, dass die Verhältnisse des Muskelsystemes, sofern dasselbe den Körper tragen und ihm eine gewisse Geschwindigkeit ertheilen soll, sich immer ungünstiger stellen, je grösser die Körper werden.

Denn die Gewichte der Körper nehmen zu im Verhältnisse des Cubus der einzelnen vergrösserten Dimensionen, die Stärke der Muskeln aber nur im Verhältnisse des Quadrates.

Dächten wir uns die Dimensionen eines Thieres auf das Doppelte erhöht, sein Gewicht also auf das Achtfache gebracht, so müssten die Muskeln offenbar nach einem andern Maassstabe vergrössert werden, damit die Last nicht ihre Kraftgränze überschritte. Folglich würde aber auch das Gewicht der Muskeln mehr zunehmen müssen, als wir anfangs intendirten, und da die Fleischmasse des Körpers selbst einen sehr grossen Theil der moles movenda bildet, so würden hiedurch sich die Anforderungen an das Muskelsystem abermals bedeutend höher herausstellen.

Ja es kommt noch ein dritter Umstand hinzu, durch welchen ebenfalls diese Anforderungen gesteigert werden.

Es ist nämlich leicht begreiflich, dass auch das Skelett eines Thieres, bei einer Vergrösserung des Körpers, im stärkeren Verhältniss an Gewicht zunehmen muss, als die an dem Skelette aufgehängten oder von demselben zu tragenden Theile.

Es ist in der Mechanik bekannt, dass wenn man ein Modell, z. B. einer Brücke, von demselben Stoffe nach allen Dimensionen gleichmässig nach einem bestimmten Quotienten vergrössert ausführt, die Leistungen des vergrösserten Bauwerkes sich zu denen des Modelles keineswegs verhalten,

wie die Gewichte derselben. Das Modell ist vielleicht im Stande, noch eine mässige Last zu tragen. Die Ausführung desselben im Grossen soll hundert Mal so lang sein, und alle Balken, aus denen es besteht, auch hundert Mal so hoch und breit werden, so dass das Gewicht des grossen Bauwerkes zu dem des Modelles sich verhält wie 100^3 zu 1^3. Dann verhält sich die zu tragende Last zu derjenigen, welche das Modell trägt, keineswegs auch wie 100^3 zu 1^3, sondern ist viel geringer, vielleicht gar $= 0$, es kann das Bauwerk vielleicht nicht einmal seine eigne Last tragen.

Es ist diess, wie gesagt, sehr leicht begreiflich. Die Tragkraft einer Säule z. B. gewinnt um nichts durch die Vergrösserung ihrer einen, der Längendimension. Im Gegentheil wirkt die Vermehrung des Gewichtes, welche hieraus erfolgt, selbst noch als Last von jedem höhern Theile der Säule von jedem tiefern. Die Tragkraft gewinnt nur durch die Vermehrung des Querschnittes.

Die Extremitätenknochen können nun als Säulen betrachtet werden, und es ist klar, dass bei einer Vergrösserung der Dimensionen des Rumpfes von 1 auf 2, bei einer Vermehrung seines Gewichtes also von 1 auf 8, die Querschnitte der tragenden Extremitätenknochen nach einem stärkern Verhältnisse zunehmen müssen, als von 1 auf 4, um diesen Rumpf mit der Sicherheit zu stützen, wie bei dem kleinern Thiere.

Dasselbe gilt auch von den Knochen des Rumpfes, z. B. von der Wirbelsäule, welche bei dem Menschen mehr einer Säule, bei den Säugethieren sehr wohl einem Brückenbogen verglichen werden kann.

Wollte man also den Versuch machen, ein Thier nach seinen drei Dimensionen gleichmässig zu vergrössern, so würde man nach den angeführten mechanischen Motiven schon für das Skelett über diese Gleichmässigkeit hinausgehen müssen. In noch weit höherem Maasse aber für das Muskelsystem, indem hier theils in Rechnung kommt, dass



jeder Muskel nur im Verhältnisse des Querschnittes seiner Fasersummen stärker wird, theils aber auch, dass eben desshalb und wegen jener Verhältnisse des Skelettes die moles movenda grossen Theils nach einem höhern Quotienten als dem ursprünglich intendirten wächst, da ja die Muskelmasse selbst einen so grossen Theil dieser moles immer ausmacht.

Schon hieraus ergiebt es sich ganz von selbst, dass eine gleichmässige Vergrösserung eines Thieres nach allen Dimensionen undenkbar ist, dass schon bei mässigen Grössenverschiedenheiten von Thieren die Körperverhältnisse andere werden müssen.

Wollten wir aber bei einer solchen Vergrösserung auch die Maasse befolgen, welche sich aus den angedeuteten Principien ergeben würde, die Querschnitte der Knochen und in weit höherm Grade die Querschnitte der Muskeln nach den sich herausstellenden Bedürfnissen wachsen lassen, so würde sich alsbald die Unmöglichkeit zeigen, den vegetativen Processen eines solchen Muskelsystemes durch die vegetativen Apparate im Innern der Leibeshöhlen zu genügen. Zwar sind wir nicht im Stande, in Beziehung auf diese Organe die Verhältnisse zwischen Dimension und Leistung so scharf auszusprechen, als bei den behandelten Systemen. Aber gewiss ist es, dass auch hier den quantitativen Leistungen durch den Raum Gränzen gesetzt sind. Durch Vervollkommnung des Baues, feinere Organisation der Drüsen, der Lunge, längere (und, da von einem gegebenen Raum die Rede ist, natürlich zugleich engere) Därme u. s. w. ist Manches zu erreichen. Aber auch hier fordert die Vernunft die Annahme von Gränzen.

Diese Verhältnisse erscheinen als sehr beengend für die Möglichkeit verschiedener Grössen unter den Thieren. Diese Möglichkeit muss natürlich um so mehr eingeengt sein, je ähnlicher sich übrigens die Organisationen sind.

In zahlreichen Erscheinungen lässt es sich nun auch wahrnehmen, wie die Natur von diesen Bedingungen be-

stimmt wird, durch den Reichthum ihrer Combinationen dennoch eine so lange Reihe von Grössen möglich machend, dass man auf den ersten Blick vermuthen möchte, es könne von solchem Zwange gar nicht die Rede sein.

Weit entfernt von dem Gedanken, über diese Verhältnisse irgend etwas Systematisches und Erschöpfendes sagen zu können, will ich nur einige wenige Punkte berühren, welche mir in dieser Beziehung bis jetzt klar geworden sind, und es mag einer so flüchtigen Berührung eines so schwierigen Gegenstandes zur Entschuldigung dienen, einerseits, dass ich denselben wegen seiner Berührungspunkte mit der vorhergegangenen Abhandlung doch nicht übergehen zu können glaubte, sodann, dass auch in dieser unvollkommnen Form der Behandlung sich schon einige sehr wichtige Verhältnisse aufklären lassen; drittens endlich, dass der Gegenstand für die Kräfte eines Einzelnen ohnehin zu mächtig ist. Weiter bearbeitet werden wird er sicher, und wenn ich dazu die Veranlassung gegeben haben sollte, so würde ich mein Verdienst schon nicht für ganz gering achten.

Ein wichtiger Umstand, welcher mit den erörterten Principien in Wechselwirkung steht, ist *die Entwicklung des geschlechtlichen Lebens bei den kleinern Thieren im Verhältniss zu den grössern.* Es ist bekannt, dass hierin die Thätigkeit bei den kleinern Formen im Allgemeinen zunimmt. Bald sehen wir die kleinen Thiere mit gewaltigen Hoden und Eierstöcken, bald mit einer grossen Brut beladen, bald erkennen wir in der raschen Vermehrung durch Spaltung u. s. w., dass ein grosser Theil des vegetativen Lebens diese Richtung nimmt.

Es ist hier also eine bedeutende Menge von Ernährung nöthig, welche nicht auf Rechnung des Individuums kommt, nebenbei noch oft bedeutende Last zu tragen an Generationsorganen oder Jungen. Wie nun zu letzterm Zwecke unmittelbar, so wird zu ersterm Zwecke mittelbar der Bewegungsapparat seine Thätigkeit erhöhen müssen. Jede Ver-

mehrung der Ernährung fordert eine Erhöhung der Thätigkeit der animalischen Organe, welche das Nahrungsmaterial erjagen, ergreifen, zerkleinern.

Da ferner auch die vegetativen Organe unter diesen Umständen räumlich entwickelter, folglich schwerer sein müssen, als es für die blosse Erhaltung des Individuums nöthig wäre, so geht denn auch daraus eine Vermehrung der Last für die animalischen Theile hervor.

Da nun nach den vorangeschickten Grundsätzen begreiflich war, dass Sparsamkeit in den Ansprüchen an Muskel- und Skeletttheile um so mehr Bedürfniss werden musste, je grösser die Thiere sind, so sieht man wohl das innige Ineinandergreifen dieser Verhältnisse. Es ist diese Ersparung zum Theil möglich geworden durch Beschränkung der Fortpflanzungsthätigkeit.

Freilich ist nun durchaus nicht jede Thierart um so productiver, je kleiner sie ist. Das mag theils von noch nicht erkennbaren Ursachen herrühren. Zum Theil beruht es darauf, dass auch noch auf andern Wegen Ersparungen an Kraft bei grössern Thieren möglich wurden. Z. B. wird es uns nicht gegen unsern Satz zu streiten scheinen, wenn wir die grosse Fruchtbarkeit unter den Fischen gewahr werden, auch wo diese nicht zu den kleinern Formen gehören. Denn die Bewegung im Wasser ist überhaupt für das Muskelsystem vortheilhaft, sobald der Körper für die Propulsion im Wasser günstig gebaut ist, und auch keine Anstrengung nöthig hat, um dem Niedersinken entgegen zu arbeiten. So ist es bei den Fischen, und diese haben noch ausserdem meistens wenig Last von ihrer Production. In den meisten Fällen produciren sie eine allerdings grosse Anzahl, aber kleine Eier, und stossen diese dann zu weiterer Entwicklung von sich.

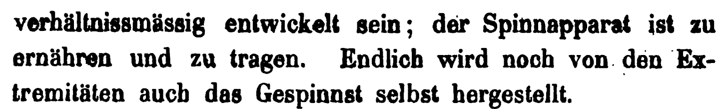
Wenn also die Fische für die Entwicklung des Knochen- und Muskelapparates besondere Erleichterungen dadurch besitzen, dass sie im Wasser leben (wovon weiterhin noch die

Rede sein wird), so können sie in der vorliegenden Beziehung mit viel kleinern Land- und Luftthieren verglichen werden.

Nicht für alle Fälle, wo die Zunahme der Productivität sich nicht genau an die Kleinheit des Thieres bindet, ist ein besonderer Grund davon so leicht aufzufassen, wie bei den Fischen. Ist es aber auch nur im Allgemeinen so, dass die kleinern Thiere sich rascher vermehren, und es ist diess oft genug anerkannt und teleologisch auch schon gewürdigt, so wird man nicht zweifeln können, dass in den hier besprochenen Verhältnissen die erste Aufklärung für die causale Seite der Sache enthalten ist. Wir sind nicht mehr bloss darauf beschränkt einzusehen, dass diese Productivität der kleinern Arten zweckmässig für den Naturhaushalt ist, sondern wir begreifen auch, wie sie möglich ist.

Was die Schwankungen betrifft, in welchen viele einzelne Thiere sich von diesem Gesetze mehr oder weniger entbinden, so sind freilich schon die Organisationen und Bewegungsweisen verschiedener Thiertypen so schwierig mit einander zu vergleichen, dass wir eilen, auf ein leichter zu behandelndes Gebiet zu gelangen.

Es lässt sich wohl, wenn man z. B. die im Durchschnitte so bedeutend kleinern Insekten mit den Wirbelthieren vergleicht, aus manchen Zügen darthun, wie bei den erstern gleichsam ein Luxus von Muskelthätigkeit Statt findet. Es ist vielen das Vermögen des Fluges gegeben, und es wird dabei eine grosse Muskelthätigkeit in Anspruch genommen. Viele nagen, bohren, wühlen, schleppen verhältnissmässig schwere Lasten, bauen Höhlen; nichts ist gewöhnlicher als Klettern an Flächen jeder Neigung; viele produciren Gespinnste u. s. w. Letztere Thätigkeit kommt, eben wie die Thätigkeit des Geschlechtsapparates in mehrfacher Hinsicht auf Rechnung des bewegenden Apparates. Es muss dem Körper Stoff beschafft und bearbeitet werden, damit er Spinnmaterial habe. Die Verdauungswerkzeuge müssen



verhältnissmässig entwickelt sein; der Spinnapparat ist zu ernähren und zu tragen. Endlich wird noch von den Extremitäten auch das Gespinnst selbst hergestellt.

Genügen aber alle diese bedeutenden Thätigkeiten, um das zu erklären, wesshalb diese Thiere so klein im Verhältniss gegen die Wirbelthiere sind? Schwerlich. Es mögen noch andere, schwerer aufzufassende Ursachen sein, welche den Grössenverhältnissen der Insekten so enge Gränzen setzten. Es können dergleichen in den besondern Verhältnissen der Muskeln zum Skelette liegen. Offenbar nehmen auch die meist verhältnissmässig langen, weit seitwärts gestreckten Extremitäten bei diesen Thieren eine grosse Kraft in Anspruch.

Vergleichen wir aber die Wirbelthiere unter sich, so finden wir schon verschiedene bestimmter aufzufassende Verhältnisse, in denen es sich herausstellt, durch welche Mittel die Natur die Schwierigkeiten überwindet, grosse Thierformen mit den für ihr Leben nöthigen Bewegungsapparaten zu versehen, oder, wenn wir von diesen in der Betrachtung ausgehen und zu den kleinern hinabsteigen wollen: wir finden in manchen Zügen, wie die Natur bei den kleinern Thieren die Muskelkraft zu verbrauchen weiss, welche hier für die Bewegung des Thieres leicht im Ueberfluss herzustellen ist.

Noch einfacher und einwendungsfreier fällt die Betrachtung aus, wenn wir uns nicht bloss innerhalb der Wirbelthiere, sondern auch innerhalb der einzelnen Ordnungen derselben halten, oder noch weiter den Kreis der Vergleichung einschränken, selbst bis zur Vergleichung verschieden grosser Individuen einer und derselben Art.

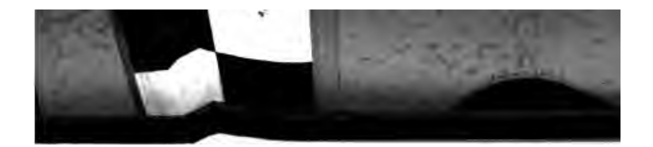
In letzterer Beziehung sind einige ganz alltägliche Beobachtungen interessant. Es fällt einem Jeden in die Augen, wie im Durchschnitte der ausgewachsene Mensch um so beweglicher und behender ist, je kleiner. Dass diess Ausnahmen leidet, ist wahr. Kleine Menschen können sehr

dürftig ausgestattet sein; in grossen Gestalten dagegen entwickelt die Natur zuweilen einen solchen Reichthum von Kraft, dass sie dennoch in ihren Bewegungen leicht und behende erscheinen. Aber die Regel ist das nicht. Der gewöhnliche Schritt, die Haltung geben in dieser Beziehung ein gutes Maass. Grosse, wenn auch kräftige, Menschen zeigen sich hierin fast stets schwerfälliger als kleinere, sie haben ihren Körper, wie man zu sagen pflegt, nicht so in ihrer Gewalt.

Und eben so in der Gestalt als in der Bewegung drückt sich diess aus. Ist ein hoch gewachsener Mensch stark gebaut, so muss sein Muskel- und Knochensystem stärker entwickelt sein im Verhältniss zum Rumpfe, als bei kleinern Menschen. Am stärksten muss sich diess ausdrücken in den untern Extremitäten, besonders den Fussgelenken und Füssen.

Ohne in eine weitere Ausführung hierüber einzugehen, sei nur an eine Thatsache erinnert, durch welche die Wahrheit des Gesagten sogleich einleuchtet. Es ist dem bildenden Künstler möglich, den Eindruck einer Riesengestalt auch in einer Darstellung in verkleinertem Maassstabe zu geben und ohne dass die Vergleichung mit kleinern Gestalten dabei zu Hülfe käme [1]). Diess wäre ja nicht möglich, wenn nicht charakteristische Verschiedenheiten in den Verhältnissen der Körperdimensionen zwischen kleinen und grossen Menschen Statt fänden, Verschiedenheiten, mit welchen unser Auge bekannt ist, durch welche unser Urtheil geleitet wird, ohne dass wir sie für gewöhnlich näher analysiren, wie wir z. B. auch von dem physiognomischen Ausdrucke eines Gesichtes einen sehr bestimmten Eindruck haben können, ohne uns die einzelnen Züge zu sagen, welche denselben bedingen.

[1]) Einen Versuch dieser Art findet man in v. d. Hagen, Heldenbilder. Th. I, wo Widolt, Vade, Rutze, Sigenot auf einzelnen Blättern dargestellt sind.



Ganz dasselbe muss natürlich auch von Thieren gelten. Auch bei ihnen müssen innerhalb einer und derselben Species namentlich die Extremitäten um so plumper werden, je schwerer der Rumpf ist. Doch kann natürlich der erhöhten Anforderung, welche ein schwererer Rumpf an die horizontalen Durchmesser der Extremitäten macht, nicht bloss durch räumliche Ausbreitung, sondern auch durch besondere Tüchtigkeit der Substanz, Dichtheit des Knochens, Festigkeit der Bänder u. s. w. entsprochen werden. So sehen wir unter den grössern Pferderacen auch Thiere, deren Extremitäten immer noch fein gebaut erscheinen.

Aus demselben Grunde sind auch die Extremitäten der Kinder, namentlich die Beine, nicht so zierlich im Verhältnisse zu denen der Erwachsenen, als sie es sein könnten wenn sie von gleich festen Knochen gebildet, wenn die Knochenenden schon fest wären.

Interessanter möchte noch ein Blick sein, welcher grössere Reihen von Wirbelthieren umfasst. Wir finden gewisse für uns wichtige Erscheinungen in den verschiedenen Ordnungen wieder. Unter den Säugethieren sind die grössten Formen zu der Bewegungsweise unfähig, welche die gewöhnlichste der Säugethiere genannt werden muss, sich auf vier Extremitäten auf festem Boden zu bewegen. Indem ihnen das Wasser als Wohnung gegeben wurde, konnte ein grosser Aufwand an Muskel und Skelett vermieden werden. Es sind nicht bloss die Stützfunctionen der Extremitäten, welche erspart werden konnten, sondern auch Muskeln und Skelett des Rumpfes können natürlich sehr viel schwächer gebaut sein, wenn der Körper an allen Theilen durch das umgebende Medium gleichmässig gestützt wird, als wenn die Wirbelsäule gleichsam einen Brückenbogen zwischen den vordern und hintern Extremitäten bilden muss und bei der Bewegung bald diese bald jene Extremität gehoben wird, so dass die Zahl der Stützpunkte sich noch vermindert.

Eben so finden wir bei den Vögeln eine die grössten



Formen umfassende Gruppe, welcher das Vermögen des Fluges versagt ist, eine Gruppe, deren ausgestorbene Formen die jetzt lebenden noch bedeutend an Grösse übertrafen.

So finden wir auch unter den Amphibien die grössern Formen entweder im Wasser oder mit dem Bauche am festen Boden sich hinschleppend und nur für kurze Momente eine beschleunigte Bewegung auf dem Boden annehmend. Unter diesen Bedingungen vermag die Natur grosse Schlangenformen, die Krokodile und Riesenschildkröten hervorzubringen, und wenn es einst fliegende Amphibien von einiger Grösse gab, so möchten wir nach Analogie des jetzt Vorliegenden wohl annehmen, dass sie nur für sehr beschränkte Zeit sich ihrer Flugapparate zu bedienen im Stande waren. Es bestätigt sich diese Annahme auch aus dem Bau des Pterodactylus, welcher nur sehr unvollkommen zum Fluge organisirt ist. Der Kopf des Thieres mag im Verhältniss zu manchen Verwandten ziemlich leicht gebaut sein, im Vergleich mit einem Vogelkopfe ist er erstaunlich gross und plump. Und dann der Thorax, der Arm und der lange Finger selbst sind doch wenig zum Fliegen geeignet. Das Thier mochte die Flugfähigkeit vielleicht haben, wie die Exocöten oder nur wie die fliegenden Eichhörnchen und die Galeopitheken.

Eine nähere Betrachtung wäre nun anzustellen über die manchfaltigen Formen innerhalb der einzelnen Reihen. Die Säugethiere eignen sich dazu vorläufig wohl am besten, und nur über diese mögen hier auch noch einige Bemerkungen folgen. Während wir einerseits diejenige Gruppe, welche die grössten Formen enthält, ganz auf das Wasser beschränkt finden, ist einer andern, kleine Formen darbietenden, selbst das Flugvermögen gegeben. Die Bewegung in der Luft ist seit lange für weit schwieriger erachtet worden, als die auf dem festen Boden. Es stimmt damit überein, dass diese Bewegung bei den Vögeln schon solchen Formen versagt ist, welche als Säugethiere noch keine sehr bedeutenden

Grössen haben würden, dass die durchschnittliche Grösse der Vögel bedeutend unter derjenigen der Säugethiere steht, dass ferner, wie eben bemerkt, nur Säugethiere von geringern Dimensionen mit diesem Vermögen begabt worden sind.

Neuerdings hat sich freilich Prechtl[1]) gegen die frühern Ansichten erklärt und selbst behauptet, dass die Anstrengung des Fluges eben nicht grösser sei, als diejenige der Bewegung am festen Boden. Immerhin mögen die Annahmen Borelli's und Anderer übertrieben gewesen sein, ich kann sie nicht vertheidigen, bescheide mich auch gern, zu einer Kritik der Prechtl'schen Ansicht nicht Mathematiker genug zu sein. Doch erlaube ich mir zwei Bemerkungen. S. 256 sagt P., dass die horizontale Fortbewegung eines Vogels bei der geringsten Geschwindigkeit eine Kraft erfordere, durch welche das Gewicht des Vogels in einer Sekunde auf ⅔ Fuss gehoben werden würde. Eine entsprechende Anstrengung dürfte für einen Menschen nicht so unbedeutend sein, da sie ihn im Verlaufe einer Stunde auf eine Höhe von 2400 Fuss erheben würde. Das ist zwar keine unerhörte Anstrengung, aber doch weit entfernt, derjenigen Ortsbewegung vergleichbar zu sein, welche man als eine in gewöhnlichem Maasse anstrengende bezeichnen kann. Bei der mittlern Kraftanstrengung beträgt aber das Kraftmoment des Vogelfluges schon eine Hebung von 1½ Fuss in der Sekunde. P. sagt, eine solche Kraftäusserung sei für den Menschen keine grosse Anstrengung, er übe sie beim Steigen von Treppen aus; aber welcher Mensch wird eine Stunde lang steigen mit einer Schnelligkeit, welche ihn auf 5400 Fuss erhebt? Und doch ist es bekannt, wie anhaltend viele Vögel im raschen Fliegen bleiben können.

Zweitens aber scheint mir die Gewinnung eines Resultates, wie Prechtl es ausspricht, nach welchem keine me-

[1]) Untersuchungen über den Flug der Vögel. 1846.

chanische Schwierigkeit im Wege stehen sollte, sich die Dimensionen der Vögel noch um das Vierfache der jetzt vorhandenen grössten Vögel vermehrt zu denken, überhaupt unbegreiflich, so lange man nicht genauer, als bis jetzt der Fall ist, die Gesetze der Muskelwirkung, den Einfluss der Länge z. B., von dem oben die Rede war, kennt.

Desshalb scheint es mir bis auf Weiteres, als wenn Prechtl's Worte: „Aus dem Vorigen ergiebt sich, dass für den Zweck der Ortsbewegung die Muskelkraft der Vögel diejenige der übrigen Thiere nicht überschreite", zu weit gehen.

Wir wollen nicht verkennen, dass die Grössengränze der fliegenden Vögel sehr wohl auch durch andere Verhältnisse bestimmt sein könne, als durch die einer mechanischen Unmöglichkeit. In so mancher Richtung erscheinen uns ja die gegenwärtigen Grössengränzen um so mehr als zufällig, als in frühern Schöpfungsperioden dieselben sich anders herausstellten, Reihen von Formen, welche jetzt mit geringern Grössen abgeschlossen sind, ehemals weiter ausgedehnt waren. Für bedeutungslos mögen wir es aber nicht halten, dass die Reihe der Vögel gerade in einer fluglosen Gruppe ihre Grössengränze erreicht, und wenn wir nicht behaupten, dass die grössten fliegenden Vögel wirklich genau die Gränze des Möglichen erreichen, so halten wir die Behauptung Prechtl's, dass keine mechanischen Schwierigkeiten im Wege ständen, die Dimensionen dieser Thiere noch um das Vierfache zu vermehren, doch für mindestens eben so gewagt, als jene es sein würde.

So glauben wir denn, bei aller Hochachtung vor den Verdiensten der Prechtl'schen Schrift, vorläufig noch dabei bleiben zu können, dass wir es als bedeutungsvoll für unsere Untersuchung ansehen, dass nur kleinern Säugethieren das Flugvermögen gegeben ist und dass die Durchschnittsgrösse der Säugethiere die der Vögel übertrifft.

Eine sehr bedeutende Reihe verschiedener Grössen bieten sich nun aber unter den Säugethieren dar, alle darin

übereinstimmend, dass sie sich am festen Boden bewegen. Es kann nicht fehlen, dass man auch unter diesen manchfache Abänderungen der Organisation ermittelt, welche in Beziehung zu diesen Grössenverschiedenheiten ihre Deutung finden.

Einiges hieher gehörige mag denn auch schliesslich noch angedeutet sein.

Vergleichen wir die Bewegungsweisen der grössern und kleinern Säugethiere, so ist eine weit bedeutendere Manchfaltigkeit in den Bewegungen der letztern nicht zu verkennen, und viele Bewegungsweisen derselben sind besonders anstrengend. Bei den kleinen Thieren finden wir Springen, Klettern, Wühlen, anhaltendes und sehr wirksames Nagen, Bauen von Wohnungen, Tragen von Vorräthen u. s. w. Bei ihrem Laufe werden ihnen Unebenheiten, welche für grössere Thiere gleichgültig sind, schon Veranlassung zu besondern Wendungen, Sprüngen, Klettern, und neben dem Allen treffen wir hier die verhältnissmässig grossen und thätigen Geschlechtsapparate. Auch ist hier noch eine Bemerkung aus dem vorangegangenen Aufsatze zu wiederholen: das Haar der kleinern Thiere ist zwar im Ganzen kürzer, aber da die Oberfläche um so grösser im Verhältniss zum Volumen ist, je kleiner das Thier, so kann der Pelz wohl dennoch für die kleinern Formen im Allgemeinen schwerer im Verhältniss zum Körper sein. Manchfach ersetzt er auch wohl durch Dichtheit des Haares, was demselben an Länge fehlt. Alles dieses verliert sich um so mehr, je grösser die Thiere sind.

Damit stehen verschiedene offenbare Organisationsverhältnisse in Beziehung. Der Bau der Extremitäten wird im Allgemeinen bei den grössern Thieren einfacher, und die einzelnen Abtheilungen der Extremitäten sind immer weniger im Winkel gegen einander gebogen.

Die Vereinfachung der Extremitäten, wie sie namentlich bei den Wiederkäuern und Einhufern hervortritt, entspricht

[redacted]

sowohl einer grossen Ersparung an Muskelmasse, als sie es auch möglich macht, bei einer geringern Knochenmasse die nöthige Festigkeit zu erlangen. Diese Einfachheit zeigt sich in dem Verschwinden der Pro- und Supination und der Vereinfachung der Hand, welche ohne die Drehbarkeit des Vorderarms doch nicht fähig sein würde, andere Functionen als die einfachere Ortsbewegung zu verrichten. Eben damit steht denn auch der einfachere Muskelapparat der Schulter in Verbindung, von welchem nur noch die Bewegungen von vorn nach hinten und von hinten nach vorn gefordert werden.

Durch solche Reduction der Einrichtung konnten noch unter den Wiederkäuern und namentlich unter den Solipeden Thiere von ausgezeichneter Fähigkeit des Laufes hergestellt werden.

Nicht so vereinfacht finden wir die Extremitäten der grossen Pachydermen, wohl aber ist bei ihnen die Säulenform der Extremitäten ganz besonders ausgebildet, welche die stützende Function derselben so sehr erleichtert, für jede raschere, behendere, zusammengesetztere Bewegung aber nachtheilig ist. Es ist begreiflich, dass zwei auf einander gestützte lange Knochen um so leichter in ihrer relativen Lage durch Muskeln und Bänder erhalten werden, je weniger sie gegen einander gebogen sind. Steht ein langer Knochen so, dass sein Schwerpunkt über der unterstützten Fläche liegt, so brauchen nur geringe Muskelthätigkeiten ihn in dieser Stellung gegen Störungen zu schützen. Fällt aber der Schwerpunkt seitwärts von den unterstützten, so ist eine constante Anspannung nöthig, um ihn in der Lage zu erhalten, und diese muss um so grösser sein, jemehr diese Abweichung beträgt.

Von hieraus sind die mehr spitzwinklig auf einander stossenden Knochen in den Extremitäten kleinerer Thiere und die mehr gestreckten der grössern zu beurtheilen. Zugleich ist aber jene Einrichtung, welche mit solchem Auf-



wande an Muskelkraft bei den kleinern Thieren sich verbinden muss, auch von dem grössten Nutzen für die ihnen eigenthümlichen Bewegungen. Jene geknickten Extremitäten sind stets sprungbereit, sie sind geschickt, Gegenstände zu ergreifen, sie zu drehen und zu wenden, sie dem Maule darzubieten oder sonst zu verarbeiten. Diese Extremitäten können leicht dem Rumpfe nahe angelegt werden und sind so zum Durchkriechen enger Löcher und zum Klettern geeignet.

Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, wie innig diese Verhältnisse mit dem Gegenstande der voraufgeschickten Abhandlung zusammenhängen. Es ist für die warmblütigen Thiere Erforderniss im Allgemeinen, um so mehr Wärme in gleichem Volumen zu bilden, je kleiner sie sind. Nun würde aber, bei übrigens möglichst ähnlichem Organisationsplan, die Muskelfunction, welche so besonders in Beziehung zum Stoffwechsel, zur Wärmebildung steht, gerade bei grössern Thieren sich relativ immer mehr entwickeln müssen, wenn die Natur nicht durch Vereinfachung bei den grössern, durch Complication bei den kleinern Thieren dieser Schwierigkeit auswiche.

---

[1]) Note zu S. 13 u. 15. Die mehrfachen Beobachtungen über höhere Temperaturen bei Thunfischen und Haien sind auch noch interessant als Bestätigung der Vermuthung, welche J. Müller (Physiol. I. 4. Aufl. S. 77. 78) ausspricht. Schade, dass man nicht weiss, ob die von de Tessan untersuchten Haifische auch Wundernetze haben!

[2]) Es sei erlaubt, hier noch einmal ausdrücklich auf eine Beziehung der vorliegenden Arbeit zu den herrschenden Ansichten über den Calor animalis hinzuweisen. Ich kann diess an die Anmerkung auf Seite 81 des Müller'schen Handbuches knüpfen. Müller konnte es noch paradox finden, dass die Insekten bei ihrer intensiven Respiration nicht homöotherm sind. Das schien gegen die Theorie zu verstossen, welche die Wärme von der Respiration herleitet, und welchen Werth hat wohl eine Theorie, so lange sie nicht mit den Thatsachen im Einklang ist?

Es wird dem Leser dieser Blätter aber hoffentlich klar geworden sein, dass ein Conflict zwischen Thatbestand und Theorie hier

gar nicht vorliegt. Die Insekten konnten nicht für die Homöothermie gebildet sein, weil sie fast durchweg zu klein sind. So wurde nun auch der ganze Apparat bei ihnen weggelassen, welcher die Wärmeökonomie bewirkt: ihre Respiration steigert sich nicht bei der Kälte, und die Einrichtung ihrer Haut und Circulation ist nicht der Art, dass sie wie bei den gleichwarmen Thieren die Wärmeverluste zu einem wesentlichen Theile in die Herrschaft physiologischer Thätigkeiten bringen. Was unser grosser Physiologe für eine Schwierigkeit der Theorie halten durfte, ist also hiemit beseitigt.

[3]) Note zu S. 18. Dutrochet hat sich (Ann. d. sc. nat. 1840) über die Art, in welcher kaltblütige Thiere durch ihr Zusammensein eine höhere Temperatur erhalten, so ausgedrückt: Dass diese Thiere, indem sie fortwährend Wärme ausgeben, einen beschränkten Raum etwas erwärmen; indem sie selbst aber ihre Temperatur stets wieder über die der Umgebung erheben, steigern sich beide Factoren bis zu einer gewissen Gränze gegenseitig. Diese Gränze kann nach Umständen verschieden bedingt sein. Es steigt die Wärmeableitung aus dem gegebenen Raume natürlich mit seiner Wärmeerhöhung, so dass sie endlich der Wärmebildung gleich werden wird. Ausserdem können auch die Thiere selbst, bei zu hoher Steigerung der Wärme, asphyktisch werden u. s. w. — Man kann ähnliche Vorstellungen auf die warmblütigen Thiere übertragen. Diese verhalten sich in gewisser Hinsicht wie eine Colonie von Bienen. Sie bestehen aus einer Masse von organischer Substanz, in welcher stets Verbrennung geschieht. Kleinere Theile eines solchen Thieres, wenn man sie bei Fortdauer ihrer Lebensprocesse isoliren könnte, würden stets etwas wärmer sein, als ihre Umgebung. In ihrem Vereine zu einem grössern Organismus werden sie fähig, ihre Wärme bedeutender über die der Umgebung zu erhöhen. Eigenthümliche Veranstaltungen machen diese Wärme ausserdem zu einer constanten.

[4]) Im Augenblicke der Beendigung des Druckes lerne ich Donders „Der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme" kennen. Derselbe nennt S. 12 u. 13 die sonst sog. kalt- und warmblütigen Thiere statt dessen „Thiere mit inconstanter und mit constanter Wärme." Diess ist schon wesentlich dasselbe, was ich oben vorschlug; die Nomenclatur ist treffend, aber unbequem; mein Ausdruck „homöotherm" sollte auch (vgl. S. 21) noch eine Nebenbeziehung ausdrücken.

In derselben Schrift ist auch die Ansicht über die Beziehung zwischen Hautwärme und Wärmeökonomie schon vorgetragen, welche ich in Müll. Arch. 1845. S. 300 ff. darstellte.

Das holländische Original jener Schrift scheint 1845 erschienen zu sein, denn die Vorrede ist vom Januar 1845 datirt. Von mir wurde jene Ansicht dem grössern Publikum zuerst in dem 1844 erschienenen Heft 8. von R. Wagner's Handwörterbuch S. 271 ff. vorgelegt.

Druck von E. A. Huth in Göttingen.

